

**STRUKTUR DAUN CABAI BESAR (*Capsicum annum* L. var. taro) PASCA
SERANGAN KUTU KEBUL (*Bemisia tabaci* Genn.) PADA MASA
VEGETATIF**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd) dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh

**SITI NURYANI
NPM: 1511060158**

Jurusan: Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/ 2019 M**

**STRUKTUR DAUN CABAI BESAR (*Capsicum annum* L. var. taro) PASCA
SERANGAN KUTU KEBUL (*Bemisia tabaci* Genn.) PADA MASA
VEGETATIF**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd) dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Pembimbing I : Dwijowati Asih Saputri, M.Si

Pembimbing II : Ovi Prasetya Winandari, M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/ 2019 M**

ABSTRAK

Serangan kutu kebul ditandai dengan timbulnya bercak nekrotik yang disebabkan oleh rusaknya sel dalam jaringan daun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur daun *Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan *Bemisia tabaci* Genn. pada masa vegetatif. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada bulan Agustus hingga September 2019. Pengamatan preparat dengan metode irisan segar teknik pemurnian meliputi bentuk dan panjang floem serta teknik replika untuk mengetahui diameter stomata menggunakan aplikasi ImageJ. Data hasil pengamatan anatomi daun *Capsicum annum* L. var. taro disajikan dalam bentuk foto mikroskopis dan deskriptif serta tabel. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi daun cabai sehat berwarna hijau dan sakit berwarna kekuningan. Panjang daun sehat sebesar 4 cm, 5 cm dan 4 cm sedangkan daun sakit sebesar 4 cm, 2.7 cm dan 2.5 cm. Dinding epidermis daun sakit mengalami penebalan. Floem daun sehat berbentuk panjang dengan batas jelas dengan kondisi dinding sel yang lebih rata sedangkan yang sakit tidak begitupun stomatanya. Rata-rata total panjang floem pada daun sehat dan sakit sebesar 141.88 μm dan 92.93 μm . Stomata pada epidermis daun sehat lebih banyak. Rata-rata total diameter stomata pada epidermis atas dan bawah daun sehat sebesar 27.62 μm dan 25.07 μm sedangkan pada epidermis atas dan bawah daun sakit sebesar 19.06 μm dan 18.92 μm . Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dinding epidermis daun sakit mengalami penebalan, floem menjadi nekrosis, tersusun tidak rapi dan panjang floem yang lebih pendek serta stomata yang lebih sedikit dengan diameter yang lebih pendek.

Kata kunci: Epidermis, Floem, Kutu Kebul, Stomata, Struktur Daun Cabai Besar



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Struktur Daun Cabai Besar (*Capsicum annum* L. var taro) Pasca
Serangan Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) Pada Masa
Vegetatif
Nama : Siti Nuryani
NPM : 1511060158
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dwijowati Asih Saputri, M.Si
NIP.1957211021999032002

Pembimbing II

Ovi Prasetya Winandari, M.Si
NIP.

Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP.197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Struktur Daun Cabai Besar (*Capsicum annum* L. var taro) Pasca Serangan Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) Pada Masa Vegetatif” disusun oleh : Siti Nuryani, NPM : 1511060158, Prodi : Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : Kamis, 14 November 2019

TIM MUNAQOSYAH

Ketua Sidang : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

Sekretaris : Mahmud Rudini, S.Pd., M.Si

Penguji Utama : Marlina Kamelia, M.Sc

Penguji I : Dwijowati Asih Saputri, M.Si

Penguji II : Ovi Prasetya Winandari, M.Si

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



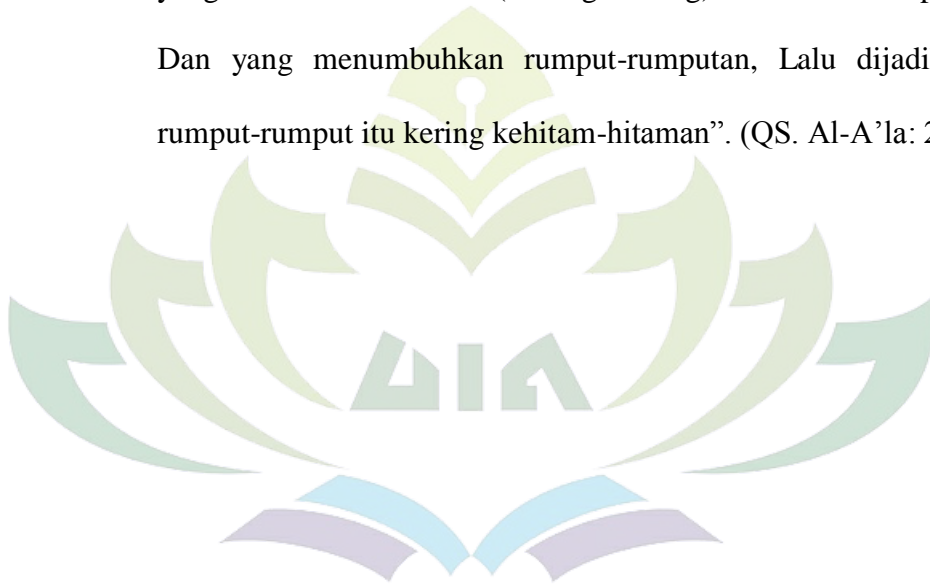
Prof. Dr. H. Surya Diana, M.Pd
NIP. 156408281988032002

MOTTO

الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى ۝ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى ۝ وَالَّذِي أَخْرَجَ الْمَرْعَى ۝ فَجَعَلَهُ غُثَاءً

أَحْوَى ۝

Artinya: “Yang Menciptakan, dan menyempurnakan (penciptaan-Nya), Dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk, Dan yang menumbuhkan rumput-rumputan, Lalu dijadikan-Nya rumput-rumput itu kering kehitam-hitaman”. (QS. Al-A’la: 2-5)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil' alamin

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas karunia yang telah diberikan-Nya, penulis persembahkan skripsi ini untuk Kedua orang tuaku, Ayahanda Wiji dan Ibunda Sutinah yang selalu memberikan cinta dan kasih yang begitu besarnya kepada ananda selama ini. Terima kasih atas dukungan, motivasi, perjuangan nasihat yang tiada henti untukku. Semoga selalu diberikan hidayah, kesehatan, dan rahmat Allah SWT.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Siti Nuryani dilahirkan di Desa Tri Mulya Jaya, Kecamatan Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang pada 14 juni 1996. Anak kedua dari tiga bersaudara, buah cinta dari ayahanda Wiji dan ibunda Sutinah.

Penulis memulai pendidikan di TK Dharma Wanita yang terletak di Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang, Kabupaten Ogan Komering Ilir dari tahun 2002-2003. Kemudian dilanjutkan pendidikan di SDN 01 Bumi Pratama Mandira yang terletak di Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang, Kabupaten Ogan Komering Ilir dari tahun 2003-2009. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMPN 03 Banjar Agung yang terletak di Desa Tridharma Wirajaya, Kecamatan Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang dari tahun 2009-2012. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Bina Dharma Mandira yang terletak di Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang, Kabupaten Ogan Komering Ilir dari tahun 2012-2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi.

Penulis mengikuti kegiatan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Desa Sukoharjo IV, Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Pingsewu selama 30 hari pada tahun 2018. Setelah mengikuti kegiatan KKN, penulis mengikuti kegiatan PPL (Praktek Pengalaman Lapangan) di SMPN 35 Bandar Lampung yang beralamatkan di Jl. Drs.Warsito No. 48, Kupang Kota, Kec. Tlk. Betung Utara, Kota Bandar Lampung selama 50 hari pada tahun 2018.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmannirrohiim

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas karunia dan ridho yang telah di berikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik walaupun dalam bentuk yang sederhana. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi besar Muhammad SAW yang selalu mencintai dan mengharapkan kebaikan dunia akhirat untuk umatnya.

Keberhasilan dalam penilaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan dan doa dan berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dengan kerendahan hati dan rasa hormat kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Dwijowati Asih Saputri, M.Si. dan Ovi Prasetya Winandari, M.Si. selaku Pembimbing I dan II yang telah memberikan waktu, dukungan, bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Pendidikan Biologi yang telah membekali ilmu selama perkuliahan sampai terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
5. Kakakku tersayang Nia Wijayanti dan Adikku Tri Wahyuni yang selalu memberikan semangat, nasihat, doa dan menantikan keberhasilanku.
6. Sahabatku tersayang tiara amelia, yeyen intan kristi, yosih parwanti, dan widya agustina yang telah menemani dan mendengarkan keluh kesah dari

semester awal sampai sekarang. Dan untuk teman-teman kelas biologi c yang telah memberikan dukungan serta doanya.

7. Almamaterku Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yang ku banggakan.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan mendapatkan kebaikan dunia dan akhirat dan dilancarkan segala urusan, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis meminta masukan dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung,
Penulis

2019

Siti Nuryani
NPM. 1511060158

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

A.Latar Belakang.....	1
B.Identifikasi Masalah	10
C.Batasan Masalah	11
D.Rumusan Masalah	11
E.Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian.....	11

BAB II LANDASAN TEORI

A.Cabai Besar (<i>Capsicum annuum</i> L. var. taro)	12
B.Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.).....	17
C.Virus Gemini (<i>Geminivirus</i>)	26
D. Anatomi Daun	27
E.Kerangka Berpikir	33

BAB III METODE PENELITIAN

A.Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
B. Desain Penelitian.....	36
C.Alat dan Bahan	37
D.Populasi dan Sampel Penelitian	38
E.Cara Kerja.....	38
1. Penyemaian Benih Cabai Besar	38
2. Penanaman Bibit Cabai Besar	39
3. Pengaplikasian Kutu Kebul pada Tanaman Cabai Besar	39
4. Pelaksanaan Laboratorium	40
F. Teknik Pengamatan	41
G. Teknik Analisis Data	41
H. Alur Kerja Penelitian	42

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	43
B. Pembahasan.....	50
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	55

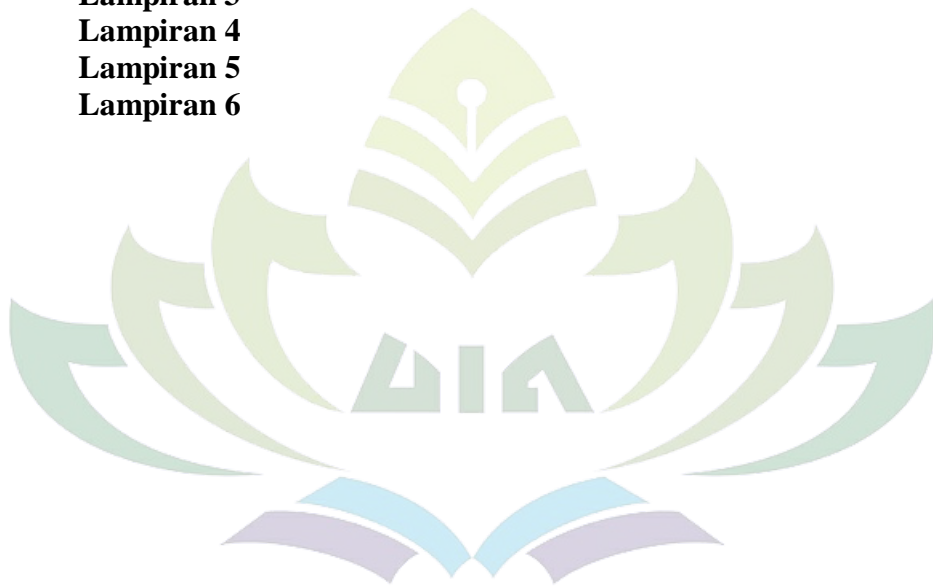
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	59
B. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Lampiran 1
- Lampiran 2
- Lampiran 3
- Lampiran 4
- Lampiran 5
- Lampiran 6



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Luas Panen, Produksi, Produktivitas Tanaman Cabai Provinsi Lampung.....	2
Tabel 2. Kandungan Nutrisi Cabai Besar (<i>Capsicum annum</i> L.) per 100 gr.....	15
Tabel 3. Panjang Floem dalam Satuan μm	45
Tabel 4. Diameter Stomata pada Epidermis Atas Satuan μm	48
Tabel 5. Diameter Stomata pada Epidermis Bawah Satuan μm	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cabai Besar (<i>Capsicum annum</i> L. var. taro).....	12
Gambar 2. Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.) Betina	18
Gambar 3. Telur Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.)	22
Gambar 4. Nimfa Instar I Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.)	23
Gambar 5. Nimfa Instar II Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.).....	23
Gambar 6. Nimfa Instar III Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.).....	24
Gambar 7. Nimfa Instar IV Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.)	25
Gambar 8. Imago Kutu Kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.).....	26
Gambar 9. Anatomi Daun Secara Umum	30
Gambar 10. Struktur Dua Tipe Sel Utama pada Xilem	31
Gambar 11. Struktur Dua Tipe Sel pada Floem Penampang Longitudinal.	32
Gambar 12. Struktur Dua Tipe Sel pada Floem Penampang Melintang.....	33
Gambar 13. Daun Sehat (a. sampel daun 3 b. sampel daun 2 c. sampel daun 1).....	43
Gambar 14. Daun Sakit a. sampel daun 3 b. sampel daun 2 c. sampel daun 1	43
Gambar 15. Floem Pada Daun Sehat (a. sampel daun 1b. sampel daun 2 c. sampel daun 3).....	44
Gambar 16. Floem Pada Daun Sakit (a. sampel daun 1b. sampel daun 2 c. sampel daun 3).....	45
Gambar 17. Stomata pada Epidermis Atas Daun Sehat (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3).....	46
Gambar 18. Stomata pada Epidermis Atas Daun Sakit (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3).....	47
Gambar 19. Stomata pada Epidermis Bawah Daun Sehat (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3).....	49

Gambar 20. Stomata pada Epidermis Atas Daun Sakit (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)	50
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Alat dan Bahan	1
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	6
Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Pengamatan Mikroskop.....	10
Lampiran 4. Perhitungan	16
Lampiran 5. Petunjuk Praktikum	35
Lampiran 6. Surat Penelitian	39



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hama bagi tanaman sudah tidak asing lagi di Indonesia. Banyak hama yang mengganggu lahan pertanian sehingga mengganggu proses pertumbuhan suatu tanaman, misalnya tanaman cabai. Hama pada tanaman cabai beranekaragam ada yang dari ordo hemiptera maupun homoptera. Salah satu hama yang menyerang tanaman cabai dari hemiptera yaitu kutu kebul. Populasi kutu kebul tertinggi ada pada tanaman cabai varietas taro yaitu 5,92 ekor/daun¹. Serangan kutu kebul di tandai dengan timbulnya bercak nekrotik yang disebabkan oleh rusaknya sel dalam jaringan daun². Serangan hama menjadi salah satu faktor yang membuat produktivitas cabai besar di Indonesia rendah³.

Cabai merupakan salah satu jenis tanaman sayuran semusim yang menjadi sumber vitamin dan mineral⁴. Produktivitas cabai di China lebih tinggi di bandingkan di Indonesia yaitu 24-30 ton/ha sedangkan di Indonesia hanya 15-20 ton/ha⁵. Berdasarkan sumber Badan Pusat Statistik (BPS), perkembangan luas panen, produksi dan produktivitas tanaman cabai di Provinsi Lampung tahun 2013-2017 dapat diamati pada tabel berikut ini.

¹ Setawati, B. K. Udiarto, dan T. A Soetiarso, “Pengaruh Varietas dan Sistem Tanam Cabai Merah terhadap Penekanan Populasi Hama Kutu Kebul” 18 (2008). h. 58.

² Araz Meilin, *Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai serta Pengendaliannya* (Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2014), h. 5.

³ Riefza Vebriansyah, *Tingkatkan Produktivitas Cabai* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2018), h. 9.

⁴ Subdirektorat Statistik Hortikultura, “Statistik Perusahaan Hortikultura,” *Badan Pusat Statistik*, 2016, h. 6.

⁵ Vebriansyah, *Tingkatkan Produktivitas Cabai*, h. 5.

Tabel 1.
Luas Panen, Produksi, Produktivitas Tanaman Cabai Provinsi Lampung⁶

Tahun	Luas Panen (ha)	Δ (%)	Produksi (ton)	Δ (%)	Produktivitas (ton/ha)	Δ (%)
2013	5.500	-	35.233	-	6,41	-
2014	4.905	-10,82	32.260	-8,44	6,58	2,65
2015	4.229	-13,78	31.272	-3,06	7,40	12,46
2016	4.616	9,15	34.788	11,24	7,54	1,89
2017	5.690	23,27	50.203	44,31	8,82	16,98
Rata-rata		1,96		11,01		8,5

Berdasarkan tabel di atas tampak luas panen tanaman cabai di Provinsi Lampung, mengalami peningkatan dan penurunan pada 5 tahun terakhir. Penurunan produksi tanaman cabai berlangsung tahun 2013 ke 2014 memperoleh 8, 44 % dan tahun 2014 ke 2015 memperoleh 3,06. Penurunan luas panen berlangsung tahun 2013 ke 2014 memperoleh 10, 82 % dan tahun 2014 ke 2015 memperoleh 13,78 %. Produksi cabai dan luas panen yang mengalami penurunan membawa dampak berupa ketidak tepatan produksi tanaman cabai dari tahun ke tahun.

Serangan hama bisa sangat fatal sehingga menghasilkan kegagalan total dalam produksi cabai. Penurunan produksi cabai akibat kutu kebul mencapai 20 – 100 %⁷. Oleh karena itu, pengendalian hama merupakan tahap yang harus dilakukan untuk menunjang keberhasilan usaha budidaya cabai, baik di lahan luas maupun di pekarangan. Kutu kebul juga merupakan salah satu hama pembawa (vektor) penyakit penting yaitu penyakit keriting kuning

⁶ Anna Astrid Susanti dkk., *Statistik Pertanian* (Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2018), h. 141-153.

⁷ Suryo Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, ed. oleh Febriani Ai Nurrohman, 1 ed. (Jakarta: AgriFlo, 2012), h. 128.

(*begomovirus*)⁸. *Begomovirus* merupakan salah satu dari kelompok *geminivirus*⁹. *Geminivirus* membuat daun tanaman kerdil, menggulung keatas serta berwarna kuning.¹⁰

Tanaman yang terinfeksi *geminivirus* juga menunjukkan gejala seperti daun keriting. Penyakit ini merupakan salah satu penyakit menakutkan yang menyerang tanaman cabai di Indonesia. Penyakit *geminivirus* tergolong baru di Indonesia, tetapi serangannya cukup luas dan sangat merugikan. Salah satu pengendalian *geminivirus* dengan penyemprotan menggunakan pestisida.¹¹

Semakin banyaknya hama yang menyerang pada tanaman cabai, maka semakin banyak kerusakan yang ditimbulkan. Ada tiga bentuk kerusakan yang disebabkan oleh kutu kebul, yaitu kerusakan langsung, tidak langsung serta kemampuannya sebagai vektor virus. Kerusakan langsung dapat dilihat dari bekas tusukan stil. Kerusakan tidak langsung merupakan kerusakan disebabkan oleh akumulasi embun madu kutu kebul. Embun madu merupakan substrat untuk pertumbuhan cendawan embun jelaga pada daun dan buah. Akibat adanya embun jelaga dapat menurunkan efisiensi fotosintesis dan menurunkan mutu buah.¹²

⁸ Muhamad Syukur, Rahmi Yuniarti, dan Rahmansyah Dermawan, *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*, ed. oleh Febriani Ai Nurrohmah (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016), h. 98-99.

⁹ Ita Wahyuni, "Dinamika Populasi Hama Penghisap Daun dan Kejadian Gejala Serangan Geminivirus pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) di Sembalun," *Fakultas Pertanian Universitas Mataram*, 2018, h. 9.

¹⁰ Supiana Dian Nurtjahyani dan Iin Murtini, "Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*)," *University Research Colloquium*, 2015, h. 198.

¹¹ Syukur, Yuniarti, dan Dermawan, *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*, h. 18.

¹² Syukur, Yuniarti, dan Dermawan, h. 102-103.

Kutu kebul menyerang tanaman tidak hanya pada fase nimfa tetapi juga pada fase imago (dewasa)¹³. Kutu kebul menyerang tanaman cabai baik pada masa vegetatif maupun generatif, namun puncak populasi terjadi saat 60-70 hari setelah tanam dan cenderung menurun saat umur tanaman sudah tua¹⁴. Serangan kutu kebul dilakukan dengan memasukkan *pedicel* (mulut jarum) mereka kedalam jaringan floem daun dan menghisap cairan yang ada pada tanaman¹⁵. Kita ketahui bahwa floem berfungsi untuk mengedarkan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian organ tumbuhan. Hasil fotosintesis berupa bahan organik glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan oksigen (O_2). Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) pada umumnya berupa pati atau karbohidrat lain¹⁶. Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) akan digunakan oleh tumbuhan sebagai penyuplai energi kimia serta rangka karbon digunakan untuk sintesis semua molekul organik utama sel tumbuhan. Materi organik sekitar 50 % digunakan sebagai bahan bakar untuk respirasi selular yang terjadi di dalam mitokondria sel tumbuhan.¹⁷

Allah SWT telah memberikan penjelasan akan berlangsungnya proses metabolisme dalam bentuk berbagai reaksi kimia, peruraian, penggunaan energi bahkan hingga penyimpanan¹⁸. Proses metabolisme ini dapat

¹³ Dian Susanti, Widyastuti Rahma, dan Ato Sulisty, "Aktivitas Antifeedant dan Antioviposisi Ekstrak Daun Tithonia terhadap Kutu Kebul," *Agrosains* 17 (2015): h. 34.

¹⁴ Yuliana, Purnama Hidayat, dan Dewi Sartiami, "Identifikasi Kutu Kebul (Hemiptera: Aleyrodidae) dari Beberapa Tanaman Inang dan Perkembangan Populasinya," *Perhimpunan Entomologi Indonesia* 3 (April 2006): h. 49.

¹⁵ Susanti, Rahma, dan Sulisty, "Aktivitas Antifeedant dan Antioviposisi Ekstrak Daun Tithonia terhadap Kutu Kebul," h. 34.

¹⁶ Linda Advinda, *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*, 1 ed. (Yogyakarta: Deepublish, 2018), h. 87.

¹⁷ Neil A. Campbell dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*, ed. oleh Wibi Hardani dan Prinandita Adhika, trans. oleh Damaring Tyas Wulandari, 8 ed. (Jakarta: Erlangga, 2008), h. 218.

¹⁸ Darwis SN, *Dasar-dasar Ilmu Pertanian dalam Al-Qur'an* (Bandung: IPB Press, 2004), h. 101.

mendatangkan manfaat bagi manusia, diantaranya Allah SWT telah menurunkan firman dalam QS. Al-A'la ayat 2-5 yang berbunyi:

الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى ۖ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَىٰ ۖ وَالَّذِي أَخْرَجَ الْمَرْعَىٰ ۖ فَجَعَلَهُ غُثَاءً
أَخْوَىٰ

Artinya: “Yang Menciptakan, dan menyempurnakan (penciptaan-Nya), Dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk, Dan yang menumbuhkan rumput-rumputan, Lalu dijadikan-Nya rumput-rumput itu kering kehitam-hitaman”. (QS. Al-A'la: 2-5)

“Cukup banyak kandungan isi dari ayat-ayat yang di kutip diatas, sedangkan yang menyangkut dengan fisiologi tumbuhan yang sedang kita bicarakan ini, pertama perlu kita ingat firman Allah SWT dalam ayat 2 yaitu: “yang menciptakan dan menyempurnakan”. Maka dalam mempelajari ilmu fisiologi tumbuhan hal tersebut harus diingat, disadari, diyakini dan dijadikan dasar. Tuhanlah yang menciptakan dan menyempurnakan semuanya, mulai dari berkecambahnya biji, tumbuh, diffrensiasi, menjadi besar, berbunga, berbuah, lalu terbentuk lagi biji, berikut dengan semua proses yang terjadi dalam pembentukan itu semua, adalah Tuhan yang menciptakan dan mengaturnya. Seperti dijelaskan pada ayat 4 dan ayat 5 diatas dengan contoh rumput-rumputan, tuhanlah yang menumbuhkan rumput-rumputan itu, menjadi besar, lalu mati/kering. Tentunya ini tidak hanya berlaku untuk rumput-rumputan, akan tetapi untuk semua makhluk hidup bersenyawa, termasuk kita manusia ini”¹⁹.

Kemudian ayat diatas diperjelas lagi dalam QS. Ar-Ra'd ayat 4 yang berbunyi:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَوِّزٌ وَجَنَّتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَىٰ
بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَ بَعْضُهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ
يَعْقِلُونَ

Artinya: “Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat

¹⁹ SN, h. 101-102.

tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir”. (QS. Ar-Ra’d: 4)

“Ibnu Katsir telah menafsirkan ayat di atas yaitu (“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdarmpingan.”) Maksudnya, tanah-tanah yang berdekatan antara satu dengan yang lain, pada bagian ini tanahnya baik, menumbuhkan tanaman yang berguna bagi manusia, sedang di bagian yang lain tanahnya berpasir asin tidak menumbuhkan sesuatu dari tanaman. Termasuk dalam ayat ini, yaitu perbedaan warna tanah yang ada di bumi ini, ada yang berwarna merah, putih, kuning, hitam, berbatu, gembur, berpasir, keras, lembut, dan lain-lainnya, tetapi semuanya berdekatan, dan masing-masing tetap pada sifat-sifatnya tersendiri. Hal itu semua menunjukkan kepada adanya pelaku yang bebas akan pilihan, tidak ada Ilah selain Allah. (“Dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon kurma.”) Kedua kata ‘zar’un’ dan ‘nakhiilun’ dapat di-athaf-kan kepada kata jannaatun, jadi dibaca marfu’, dan dapat diathafkan kepada a’naabin, jadi dibaca majrur. Karena itu ada sekelompok ulama yang membaca dengan kedua bacaan tersebut. (“Yang bercabang dan yang tidak bercabang.”) pokok yang berkumpul pada satu tempat tumbuh, seperti pohon delima dan tiin dan sebagian pohon kurma dan lain-lain. (“Disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman sebagian yang lain tentang rasanya.”) Maksudnya, perbedaan dalam jenis buah-buahan dan tanaman itu dari segi bentuk, warna, rasa, bau, daun dan bunganya, ada yang sangat manis dan ada yang sangat asam, sangat pahit, sepet, segar, dan ada yang bermacam-macam/ bercampur rasanya, kemudian ada yang berubah rasa dengan izin Allah. Ada yang berwarna kuning, merah, putih, hitam, biru, dan lain-lain. Demikian juga dengan beraneka macamnya warna bunga, padahal semuanya berasal dari satu zat alam yang sama yaitu air, tetapi menghasilkan tumbuh-tumbuh buah yang beraneka macam warna dan rasa yang tidak terhitung. Sesungguhnya dalam hal-hal seperti itu terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang Yang menyadarinya.”²⁰

Kedua ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT telah memberikan pemahaman bagi manusia bahwasanya Allah telah mengatur bagaimana tumbuhan hidup. Berbagai macam tumbuhan walaupun dengan habitat yang sama dan kadar air yang sama namun proses metabolisme setiap tumbuhan

²⁰ “Tafsir Online QS. Ar-Ra’d: 4” (Online), tersedia di: <https://alquranmulia.wordpress.com/2015/09/24/tafsir-ibnu-katsir-surah-ar-radu-ayat-3-4> (02 Oktober 2019)

berbeda-beda. Sehingga terdapat jenis tumbuhan yang beranekaragam. Keanekaragaman tumbuhan dapat dilihat dari segi struktur jaringan penyusunnya maupun bentuknya, misalnya struktur daun. Struktur daun pada setiap tanaman ada perbedaan.

Kita ketahui bahwa serangan kutu kebul dapat menyebabkan daun cabai mengeriting. Daun tanaman cabai berwarna hijau muda yang mencolok, tanaman tumbuh tidak normal, pucuk daun menumpuk keriting diikuti dengan bentuk helaian daunnya yang cekung atau menyempit. Keadaan tanaman cabai ini disebabkan oleh nutrisi tanaman cabai yang dihisap oleh kutu kebul agar dapat melangsungkan hidupnya. Kutu kebul biasanya berada pada bagian bawah permukaan daun.²¹

Tidak hanya keadaan demikian, tanaman juga mengalami klorosis. Klorosis dapat dilihat dengan munculnya bercak-bercak kuning kecil pada daun yang akan melebar. Warna bercak dibagian pinggir daun lebih tua jika dibandingkan dengan warna pada bagian tengahnya. Ekskresi kutu kebul juga menghasilkan getah lengket seperti madu. Getah ini sangat baik sebagai media tumbuh bagi cendawan embun jelaga. Hal tersebutlah yang menyebabkan fotosintesis tidak berlangsung normal.²²

Kerusakan lain yang disebabkan oleh kutu kebul ialah kemampuannya sebagai vektor virus. Virus ditularkan oleh kutu kebul selama virus tersebut ada didalam tubuh kutu kebul. Infeksi virus dalam tubuh tanaman inilah yang membuat munculnya gejala berupa daun menggulung keatas, berwarna kuning

²¹ Nurtjahyani dan Murtini, "Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*)," h. 197-198.

²² Nurtjahyani dan Murtini, h. 198.

serta kerdil²³. Virus yang masuk ke dalam tubuh tumbuhan akan bereplikasi di dalam nukleus serta bergerak dari sel satu ke sel yang lainnya melalui plasmodesmata. Viron dari hasil replikasi dan *movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) bergerak dari sel ke sel hingga masuk ke dalam floem. *Movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) inilah yang berperan menyebarkan virus ke dalam tubuh tanaman. *Movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) bergerak melalui RE menuju viral assembly site kemudian masuk ke dalam floem dan bergerak bersama aliran floem ke seluruh tubuh tumbuhan.²⁴

Setelah virus memenuhi tubuh tanaman, maka akan membentuk protein virus. Virus akan mereplikasi dirinya hingga jumlah mereka mencukupi agar menguasai tanaman. Saat virus memenuhi semua jaringan khususnya floem, maka aliran nutrisi akan terhambat sehingga bagian jaringan tumbuhan tidak dapat menerima nutrisi ataupun terjadi penumpukan nutrisi pada jaringan tertentu. Hal tersebut dapat dilihat dari penampakan bagian daun yang cenderung tebal, kerdil bahkan berwarna kuning serta mengalami klorosis.²⁵

Hasil penelitian Sachiko Funayama-Noguchi and Ichiro Terashima menyebutkan bahwa klorosis terjadi akibat dari pembentukan klorofil yang terhambat disebabkan oleh laju pembentukan klorofil lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi klorofil. Hal tersebut terjadi karena dua hal yaitu membaran tilakoid pada grana menurun, kloroplas yang kecil dan bentuk yang

²³ Nurtjahyani dan Murtini, h. 198.

²⁴ Nur Aeni Ariyanti, "Mekanisme Infeksi Virus Cabai (Pepper Yellow Leaf Curl Virus) dan Pengaruhnya terhadap Proses Fisiologi Tanaman Cabai" (2012), h. 682.

²⁵ Sachiko Funayama-Noguchi dan Ichiro Terashima, "Effects of Eupatorium yellow vein virus infection on photosynthetic rate, chlorophyll content and chloroplast structure in leaves of Eupatorium makinoi during leaf development," *CSIRO* 33 (2006): h. 168., <https://doi.org/10.1071/FP05172>.

abnormal. Apabila bentuk kloroplas abnormal maka laju fotosintesis juga akan menurun karena kita ketahui bahwa fotosintesis terjadi pada organ kloroplas dan dipengaruhi oleh klorofil²⁶. Pengerutan atau keritingnya daun disebabkan karena virus mulai berpindah dari sel satu ke sel lainnya menuju floem sehingga dapat bergerak cepat ke dalam daun muda.²⁷

Heni Susanti, Mukarlina dan Riza Linda telah melakukan penelitian mengenai struktur daun jeruk siam yang terserang CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) yang di bawa oleh serangga kutu loncat. Struktur daun yang terinfeksi terlihat mempunyai epidermis yang mengalami penebalan pada dindingnya. Palisade dan sel spons juga berbentuk tak beraturan dan sel satu dengan sel lainnya tidak saling berhubungan.²⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Susy Albert, et al, *galls* yang terbentuk akibat infeksi dari serangga kutu loncat pada tanaman *Alstonia scholaris* yang dialokasikan pada permukaan daun membuat *hyperplasia* pada jaringan yang ada pada daun, sehingga terbentuk rongga besar sekitar floem. Selain itu juga epidermis bagian bawah membentuk lubang cekung. Sel-sel epidermis dan sel spons menjadi hipertrofi. Papila pada epidermis menjadi rata. Sel-sel epidermis yang hipertrofi mengalami pembelahan dan jumlahnya menjadi meningkat

²⁶ Funayama-Noguchi dan Terashima, h. 171-172.

²⁷ Redy Gaswanto, "Identifikasi Gejala dan Kisaran Inang Enam Isolat Begomovirus Cabai di Indonesia" 26 (Desember 2016): h. 228-229.

²⁸ Heni Susanti, Mukarlina, dan Riza Linda, "Anatomi Daun dan Ranting Citrus nobilis L. var. microcarpa yang terserang Citrus Vein Phloem Degeneration," *Protobiont* 3 (2014): h. 52.

membuat palisade menjadi lebih pendek. Sel sel palisade yang pendek ini secara bertahap akan digantikan oleh parenkim dengan dinding yang tipis.²⁹

Kutu kebul merupakan salah satu serangga yang banyak menjadi hama. Banyak kerusakan yang disebabkan oleh kutu kebul, baik kerusakan langsung maupun sebagai vektor virus yang membuat perubahan fisik dari daun cabai. Perubahan fisik membuat perubahan pada struktur daun. Penelitian mengenai struktur daun cabai setelah serangan kutu kebul belum pernah ada, sehingga peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian mengenai struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada masa vegetatif.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Produksi tanaman cabai menurun karena serangan hama kutu kebul sebagai vektor *Geminivirus*.
2. Kerusakan kutu kebul dapat dalam bentuk kerusakan langsung, tidak langsung serta kemampuannya sebagai vektor virus.
3. Serangan kutu kebul menyebabkan daun menjadi keriting dan mengalami klorosis.
4. Perubahan fisik daun cabai akibat serangan kutu kebul mengakibatkan perubahan pada struktur daun.

²⁹ Susy Albert dkk., "Morphological, Anatomical and Biochemical Studies on the Foliar Galls of *Alstonia scholaris* (Apocynaceae)," *Revista Brasil. Bot.* 34 (2011): h. 349.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penulis merumuskan batasan masalah yaitu mengetahui struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada masa vegetatif.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka penulis merumuskan masalah yaitu bagaimana struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada masa vegetatif.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka penulis dapat menyimpulkan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada masa vegetatif.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka penulis dapat menyimpulkan bahwa manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat digunakan sebagai sumber dalam menyusun skripsi tentang struktur daun pada tumbuhan.
2. Menambah ilmu pengetahuan bagi mahasiswa/i tentang struktur daun cabai pasca serangan kutu kebul.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Cabai Besar (*Capsicum annum* L. var. taro)

1. Klasifikasi Cabai Besar

Secara taksonomi (klasifikasi berdasarkan sifat fisik dan ciri-ciri) tumbuhan, cabai dapat diklasifikasikan sebagai berikut³⁰

Regnum : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Solanales
 Famili : Solanaceae
 Genus : *Capsicum*
 Spesies : *Capsicum annum* L. var. taro



Gambar 1.
Cabai Besar (*Capsicum annum* L. var. taro)³¹

³⁰ Cahyo Saparinto, *Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*, ed. oleh Fl. Sigit Suyantoro, 1 ed. (Yogyakarta: ANDI, 2013), h. 87.

³¹ Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, h. 139.

2. Karakteristik Morfologi Cabai Besar

Cabai termasuk kedalam tanaman tahunan yang mempunyai tinggi hingga 1 meter serta tergolong tumbuhan perdu yang berkayu. Buah cabai berasa pedas. Tanaman ini tumbuh di daerah yang beriklim tropis. Cabai dibedakan berdasarkan tingkat kepedasannya yang mana *Capsicum annum* termasuk kedalam kelompok kedua yang memiliki kepedasan kurang.³²

Daun cabai berbentuk lonjong atau oval, namun ada juga yang berbentuk lanset. Daun cabai mempunyai panjang antara 3-11 cm dengan lebar 1-5 cm. Pada umumnya permukaan daun cabai halus. Adapun warna daun yang berbeda antara bagian permukaan atas dan bawahnya. Permukaan atas mempunyai warna yang cenderung lebih gelap seperti hijau sedang, hijau tua. Sedangkan permukaan bawah lebih terang seperti hijau muda.³³

Batang cabai pada umumnya berwarna hijau muda, hijau sedang hingga hijau tua. Pada pangkal batang yang sudah tua biasanya mempunyai kulit batang berwarna kecokelatan seperti kayu. Hal ini merupakan hasil pengerasan dari jaringan parenkim batang. Hal yang terpenting bagi suatu tumbuhan yaitu akar. Begitu juga dengan tanaman cabai yang berfungsi sebagai penyerap air dan unsur hara. Tanaman cabai mempunyai sistem perakaran serabut. Bunga cabai berbentuk bintang dengan warna mahkota beranekaragam. Buah cabai mempunyai panjang berkisar 10-20 cm. Buah cabai muda berwarna hijau tua dan berubah

³² Adhi Santika, *Agribisnis Cabai* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2004), h. 4-5.

³³ Netu Suriana, *Cabai: Sehat & Berkhasiat*, 1 ed. (Yogyakarta: ANDI, 2013), h. 4.

menjadi merah apabila sudah tua. Biji pada buah cabai digunakan sebagai alat perkembangbiakan generatif. Biji cabai berukuran kecil, pipih dan berwarna krem, putih hingga kekuningan. Bentuk biji cabai biasanya tidak beraturan dengan tebal 0,2-1 mm dan diameter 1-3 mm.³⁴

3. Syarat Tumbuh Cabai Besar

Pada daerah tropis, cabai ditanam di dataran rendah, area persawahan, hingga dataran tinggi. Tanah yang mengandung bahan organik dan mempunyai pH sekitar 6,0-6,5 merupakan tanah yang ideal untuk menanam cabai. Tanah yang digunakan biasanya adalah tanah andosol karena kaya akan bahan organik. Pengelolaan tanah sebelum penanaman dilakukan penambahan pupuk kandang dan kompos agar mengatasi tanah yang miskin unsur hara atau kurang subur serta dapat memperbaiki struktur tanah. Jika pH tanah rendah, maka dinetralkan dengan menebarkan kapur pertanian. Sedangkan jika pH tinggi, maka akan dinetralkan dengan menebarkan belerang ke lahan penanaman tersebut.³⁵

Curah hujan yang ideal dalam penanaman cabai yaitu 50-105 mm/bulan atau 600-1.250 mm/tahun. Tanaman cabai akan mengalami kekeringan jika curah hujannya rendah sehingga tanaman cabai akan layu, kerdil, kurus bahkan mengalami kematian. Sebaliknya, jika curah hujan tinggi maka intensitas serangan bakteri *Ralstonia solanacearum* serta

³⁴ Suriana, h. 4-5.

³⁵ Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, h. 52.

cendawanpun meningkat. Hal ini diakibatkan karena lahan tanaman yang becek akibat curah hujan dan membuat kelembapan menjadi tinggi.³⁶

Pada suhu 24-27°C, cabai dapat beradaptasi dengan baik. Suhu panas dapat menyebabkan penguapan menjadi tinggi sehingga buah dan bunga banyak yang berjatuhan. Kelembapan yang ideal terutama pada masa generatif yakni 70-80 %. Tanaman cabai membutuhkan sinar matahari dalam pertumbuhannya. Intensitas cahaya matahari yang paling ideal untuk penanaman cabai yakni antara 60-75 %. Lama penyinaran juga mempengaruhi pertumbuhan cabai. Lama penyinaran matahari yang berada di garis khatulistiwa untuk tanaman cabai adalah antara 10-12 jam sehari.³⁷

4. Kandungan Nutrisi Cabai Besar

Cabai mengandung nutrisi yang baik serta bermanfaat bagi tubuh. Cabai segar memiliki kandungan lemak, karbohidrat, dan protein yang tinggi. Demikian juga kandungan mineral dan vitaminnya. Berikut ini tabel tentang kandungan nutrisi pada cabai per 100 gr.

Tabel 2.
Kandungan Nutrisi Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) per 100 gr³⁸

Komposisi Nutrisi	Jumlah
Nutrisi Makro (Utama)	
1. Lipid	17,27 mg
2. Protein	12,01 mg
3. Air	8,05 mg
4. Karbohidrat	56,63 mg
5. Abu	6,04 mg
Jumlah	100 mg

³⁶ Wiyono dkk., h. 52.

³⁷ Wiyono dkk., h. 52-53.

³⁸ Suriana, *Cabai: Sehat & Berkhasiat*, h. 22-25.

Nutrisi Mikro (Subutama)	
1. Serat	27,20 mg
2. Kalsium (Ca)	148,00 mg
3. Gula	10,34 mg
4. Besi (Fe)	7,80 mg
5. Fosfor (P)	2,93 mg
6. Magnesium (Mg)	152,00 mg
7. Kalium (K)	2.014,00 mg
8. Zink (Zn)	2,48 mg
9. Natrium (Na)	30,00 mg
10. Tembaga (Cu)	0,37 mg
11. Selenium (Se)	8,80 mcg
12. Mangan (Mn)	2,00 mg
13. Vitamin C	76,40 mg
14. Thiamin	0,33 mg
15. Riboflavin	0,92 mg
16. Niacin	8,70 mg
17. Folate	106,00 mcg
18. Vitamin B6	2,45 mg
19. Choline	51,50 mg
20. Vitamin E	29,83 mg
21. Vitamin A	41,61 mcg
22. Vitamin K	80,30 mcg
23. Fitosterol	83,00 mg
24. Asam Lemak	3,26 g
25. Beta karoten	21. 840,00 mcg
26. Lutein + Zeoxanthin	12. 157,00 mcg
27. Beta Cryptoxanthin	6. 252,00 mcg
Jumlah Kalori	318 Kkal

5. Manfaat Cabai Besar

Buah cabai terdiri atas kulit luar, daging buah, empulur dan biji. Pada empulur yang berwarna putih tersebutlah yang menghasilkan efek rasa pedas ketika kita mengkonsumsinya. Senyawa kapsaisin pada empulur bersifat menyengat dan seperti minyak sehingga sel –sel pengecap pada lidah menerima rangsang dan syaraf otak menerjemahkan sebagai rasa pedas. Selain memberikan efek pedas, senyawa kapsaisin juga

memberikan efek positif bagi kesehatan manusia, misalnya menghilangkan rasa nyeri di kepala, meningkatkan nafsu makan, peluruh keringat dan sebagainya.³⁹

Kapsaisin juga berkhasiat sebagai antikarsinogenik, antibakteri, memiliki sifat antidiabetis dan analgesik. Cabai Besar juga mengandung *lycopene* yang berguna untuk mencegah kanker. Biji cabai mengandung solamidine, solanine, solasodine, solamargine, kapsisidin dan solasomine. Kapsisidin sendiri berkhasiat sebagai antibiotik.⁴⁰

Allah SWT telah berfirman tentang tanaman yang berkhasiat sebagai obat dalam Q.S. An-Nahl[16]:11 dan Q.S Al Israa'[17]:91 yang berbunyi:

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّيْتُونَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”. (Q.S. An-Nahl[16]:11)

أَوْ تَكُونُ لَكَ جَنَّةٌ مِّنْ نَّخِيلٍ وَعِنَبٍ فَتُفَجَّرُ أَلْأَنْهَارُ خِلَالَهَا تَفْجِيرًا ﴿٩١﴾

Artinya: “Atau kamu mempunyai sebuah kebun korma dan anggur, lalu kamu alirkan sungai-sungai di celah kebun yang deras alirannya,”. (Q.S Al Israa'[17]:91)

Kedua ayat diatas menyebutkan kata anggur, zaitun dan kurma.

Anggur merupakan buah sejuta manfaat yaitu sebagai antikanker dan mengatasi pembuluh darah yang terganggu. Tumbuhan zaitun khususnya

³⁹ Suriana, h. 35-36.

⁴⁰ Cahyo Saparinto dan Rini Susiana, *Panduan Praktis Menanam 51 Tanaman Obat Populer di Pekarangan*, ed. oleh Maya (Yogyakarta: Lily Publisher, 2016), h. 97-98.

pada minyaknya dapat menjadi obat alami dalam mengurangi kolesterol serta arteriosklerosis. Tumbuhan kurma khususnya buah dapat menjadi obat untuk tekanan darah tinggi.

B. Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)

1. Klasifikasi Kutu Kebul

Secara taksonomi (klasifikasi berdasarkan sifat fisik dan ciri-ciri) hewan, kutu kebul dapat diklasifikasikan sebagai berikut⁴¹

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Hemiptera
 Famili : Aleyrodidae
 Genus : Bemisia
 Spesies : *Bemisia tabaci* Genn.



Gambar 2.
 Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) Betina⁴²

⁴¹ Fahrudin Arfianto, "Pengendalian Hama Kutu Putih (*Bemisa tabaci*) pada Buah Sirsak dengan Menggunakan Pestisida Nabati Ektrak Serai (*Cymbopogon nardus* L.)," *Fakultas Pertanian dan Kehutanan Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Palangkaraya* 5 (2018): h. 21.

2. Karakteristik Morfologi Kutu Kebul

Kutu kebul memiliki tubuh yang tertutup seperti lilin atau tepung putih⁴³. Kutu kebul mempunyai tipe mulut penusuk penghisap⁴⁴. Kutu kebul termasuk kedalam keluarga Aleyrodidae. Dengan ciri-ciri mempunyai telur dengan panjang 0.2 mm dan berbentuk mirip buah pear. Telur mula-mula berwarna putih yang lama kelamaan berubah menjadi coklat. Setelah satu minggu telur ini akan menetas menjadi nimfa. Nimfa berwarna putih kehijau-hijauan dan ada semacam duri pada tubuhnya. Nimfa ini akan tumbuh menjadi dewasa membutuhkan waktu 2-4 minggu.⁴⁵

Kutu kebul merupakan hama yang paling berbahaya. Kutu jenis ini menghasilkan getah lengket yang tertinggal di permukaan daun. Getah itulah yang mengundang serbuan cendawan jelaga *Canodium*. Hadirnya cendawan tersebut menyebabkan proses fotosintesis tidak berlangsung normal. Kutu kebul juga bertindak sebagai vektor virus. Penurunan produksi cabai akibat kutu kebul mencapai 20-100%. Virus yang ditularkan oleh kutu kebul mencapai 60 jenis virus, antara lain

⁴² Chintkuntlawar P. S., Pramanik A., dan Chatterjee H., "Biology and Physical Measurements of Whitefly, Bemisia Tabaci (Gennadius) on Chilli in West Bengal, India," *International Journal of Agriculture Sciences* 8, no. 49 (20 Juli 2016): h. 2064.

⁴³ Turrini Yudiarti, *Cara Praktis dan Ekonomis Mengatasi Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura*, 1 ed. (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010), h. 20.

⁴⁴ Ariyanti, "Mekanisme Infeksi Virus Cabai (Pepper Yellow Leaf Curl Virus) dan Pengaruhnya terhadap Proses Fisiologi Tanaman Cabai," h. 683.

⁴⁵ Yudiarti, *Cara Praktis dan Ekonomis Mengatasi Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura*, h. 20.

Closterovirus, geminivirus, Carlavirus, nepovirus, Rod-shape DNA Virus dan Potyvirus.⁴⁶

“Ada tiga bentuk kerusakan yang disebabkan oleh kutu kebul, yaitu sebagai berikut.⁴⁷

- a) Kerusakan langsung. Kerusakan oleh bekas tusukan stil. Akibat aktivitas makan tersebut tanaman menjadi lemah dan layu sehingga menurunkan pertumbuhan tanaman dan hasil.
- b) Kerusakan tidak langsung. Kerusakan disebabkan oleh akumulasi embun madu kutu kebul. Embun madu merupakan substrat untuk pertumbuhan cendawan embun jelaga pada daun dan buah. Akibat adanya embun jelaga dapat menurunkan efisiensi fotosintesis dan menurunkan mutu buah.
- c) Kerusakan karena kemampuannya sebagai vektor virus tanaman. Populasi kutu kebul yang kecil sudah dapat menimbulkan kerusakan tanaman karena serangga ini merupakan vektor virus tanaman.”

Musuh alami kutu kebul adalah kumbang predator *Menochilus sexmaculatas*. Kumbang ini mampu memangsa 200-400 ekor nimfa kutu kebul. Ada beberapa pengendalian dari kutu kebul diantaranya melakukan pergiliran tanaman yang bukan tanaman inang kutu kebul. Tanaman inang kutu kebul, diantaranya kentang, tomat, mentimun, melon, semangka, kubis, terung, selada, buncis, ubi jalar, gerbera, lada, kedelai, singkong, dan tembakau. Kita juga harus mengendalikan gulma yang menjadi inang dari begomovirus, seperti babadotan, kacang tanah hias, putri malu dan ciplukan. Dengan mengendalikan tanaman tersebut dapat mengurangi serangan kutu kebul. Selain itu kita juga dapat mengendalikan hama kutu kebul dengan membakar tanaman yang terserang hama dan menggunakan insektisida.⁴⁸

⁴⁶ Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, h. 128.

⁴⁷ Syukur, Yunianti, dan Dermawan, *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*, h. 102-103.

⁴⁸ Syukur, Yunianti, dan Dermawan, h. 103.

3. Siklus Hidup Kutu Kebul

Siklus hidup kutu kebul berkisar 30- $\geq 33,27$ hari⁴⁹. Kutu kebul jantan mempunyai ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan betina⁵⁰. Kutu kebul merupakan contoh serangga dari ordo hemiptera yang mengalami metamorfosis tak sempurna (hemimetabola)⁵¹. Metamorfosis tak sempurna merupakan jenis metamorfosis yang bentuk dari kecil hingga dewasa sama, yang berbeda hanya pertumbuhan sebagian tubuh hewan. Kutu kebul mengalami enam tahap hingga dewasa yaitu telur, nimfa instar I, nimfa instar II, nimfa instar III, nimfa instar IV dan Imago (Dewasa)⁵².

a. Telur

Kutu kebul betina lebih suka bertelur di permukaan bawah daun muda dengan cara serampangan. Telur berbentuk oval memanjang di salah satu ujung dan bagian ujung lainnya memiliki pasak pendek seperti pedicel. Saat Betina bertelur, pedicel dimasukkan ke daun. Awalnya telur berbentuk seperti mutiara berwarna putih dan sebelum menetas berubah menjadi berwarna coklat gelap di ujung distal dari telur. Panjang telur rata-rat berkisar $0,20 \pm 0,014$ mm dan lebar $0,09 \pm$

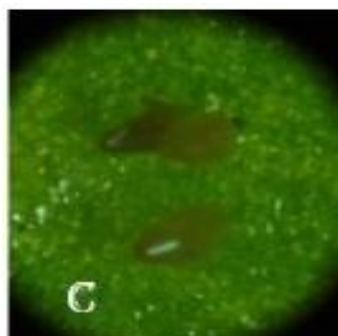
⁴⁹ Purnama Hidayat dkk., "Siklus hidup dan statistik demografi kutu kebul Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipe B dan non-B pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.)," *Indonesian Journal of Entomologi* 14 (November 2017): h. 143-151., <https://doi.org/10.5994/jei.14.3.143>.

⁵⁰ S., A., dan H., "Biology and Physical Measurements of Whitefly, Bemisia Tabaci (Gennadius) on Chilli in West Bengal, India," h. 2063.

⁵¹ Nurhadi dan Febri Yanti, *Buku Ajar Taksonomi Invertebrata*, 1 ed. (Yogyakarta: Deepublish, 2018), h. 131.

⁵² S., A., dan H., "Biology and Physical Measurements of Whitefly, Bemisia Tabaci (Gennadius) on Chilli in West Bengal, India," h. 2064.

0,015 mm. Masa inkubasi berkisar 04-08 ($5,39 \pm 1,58$) hari dengan 91,27% keberhasilan dalam menetas.⁵³



Gambar 3.

Telur Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁵⁴

b. Nimfa Instar I

Nimfa instar I dikenal dengan sebutan crawler. Nimfa berwarna kuning kehijauan yang tampak tembus pandang, berbentuk oval serta rata. Nimfa instar I hanya berpindah beberapa sentimeter mencari situs makan di permukaan bawah daun dan tetap melekat di situs yang sama. Setelah menetap di situs makan, crawler berubah menjadi berwarna hijau keputihan serta terlihat dua titik kuning di perut. Panjang dan lebar crawler berturut-turut yaitu sekitar $0,29 \pm 0,02$ mm dan $0,12 \pm 0,01$ mm. Nimfa instar I melakukan molting dalam kurun waktu $1,68 \pm 1,0$ hari yang lebih pendek dari pada host gulma, tanaman telur dan tomat, yang masing-masing berkisar $4,2 \pm 0,18$ hari; $3,37 \pm 0,52$ hari dan $3,65 \pm 0,22$ hari. Perbedaan ini terjadi mungkin disebabkan karena preferensi host dan situasi iklim bervariasi.

⁵³ S., A., dan H., h. 2064.

⁵⁴ S., A., dan H., h. 2064.

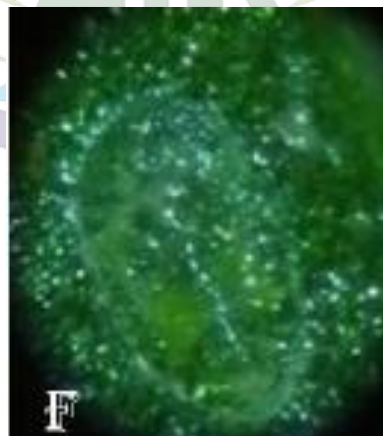


Gambar 4.

Nimfa Instar I Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁵⁵

c. Nimfa Instar II

Nimfa instar II tampak bergerak dengan lembut, tubuhnya tembus pandang, berwarna kuning kehijauan, berbentuk oval dan pipih. Panjang dan lebar instar kedua masing-masing berkisar $0,68 \pm 0,03$ mm dan $0,57 \pm 0,01$ mm.⁵⁶



Gambar 5.

Nimfa Instar II Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁵⁷

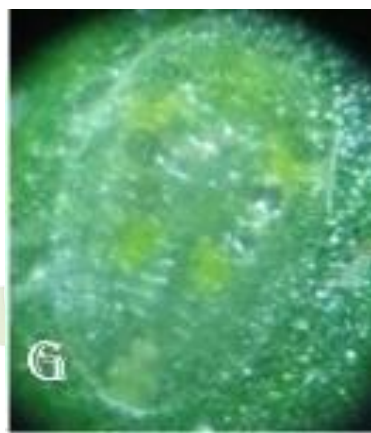
d. Nimfa Instar III

⁵⁵ S., A., dan H., h. 2064.

⁵⁶ S., A., dan H., h. 2064.

⁵⁷ S., A., dan H., h. 2064.

Nimfa instar III juga menunjukkan pergerakan yang lembut sama halnya dengan nimfa instar II. Tubuhnya tembus pandang dan berwarna kuning kehijauan. Tubuh instar III berbentuk oval dan pipih seperti instar II namun ukurannya sedikit lebih besar. Terlihat bayangan kaki selama molting pertama. Panjang dan lebar instar ketiga masing-masing berkisar $0,72 \pm 0,04$ dan $0,58 \pm 0,01$ mm.⁵⁸



Gambar 6.
Nimfa Instar III Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁵⁹

e. Nimfa Instar IV

Pada Nimfa instar IV, mata merah tampak jelas. Tubuhnya berwarna putih kekuningan. Dalam nimfa instar keempat sudah berhenti makan dan menjadi kepompong, setelah itu warna kuning pun menghilang dan tinggal berwarna putih. Panjang dan lebar nimfa diukur masing-masing berkisar $0,77 \pm 0,038$ mm dan $0,55 \pm 0,45$ mm. Instar keempat berlangsung hingga 4.59 ± 1.00 hari.⁶⁰

⁵⁸ S., A., dan H., h. 2064.

⁵⁹ S., A., dan H., h. 2064.

⁶⁰ S., A., dan H., h. 2064.



Gambar 7.
Nimfa Instar IV Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁶¹

f. Imago (Dewasa)

Imago muncul beberapa jam setelah matahari terbit di pagi hari dan mempersiapkan untuk terbang selama dua sampai tiga jam. Kutu dewasa tubuhnya berwarna kuning dengan sayap berwarna putih. Ukuran jantan lebih kecil dari betina yaitu 1.11 ± 0.06 dan 0.90 ± 0.01 mm yang diukur dari kepala sampai ujung perut. Ukuran sayap betina dan jantan masing-masing 3.50 ± 0.13 dan 2.42 ± 0.19 mm. Periode oviposisi pra berlangsung selama 1.14 ± 0.37 hari dan oviposisi 2.50 ± 1.29 hari. Fekunditas direkam itu 24.71 ± 3.04 telur / betina . Temuan pada penghitungan preoviposition dengan 1.4 ± 0.7 hari, di mana sebagai oviposisi dan fekunditas kurang dari sebelumnya catatan periode oviposisi 16.7 ± 3.2 hari dan fekunditas adalah 194.9 ± 59.1 telur / betina . Rata-rata umur jantan dan betina masing-masing sekitar 3.29 ± 1.00 dan 4.78 ± 1.00 hari. Total masa perkembangan dari telur hingga dewasa tercatat adalah 20.85 ± 0.90 hari untuk jantan dan 23.14 ± 0.69 hari untuk betina. Proporsi jantan: betina adalah 1: 2,7

⁶¹ S., A., dan H., h. 2064.

pada populasi 115 pada cabai yang sesuai dengan rasio 1: 2,7 (laki-laki: perempuan) pada tomat dan sedikit lebih rendah dari 1: 3,7 dan 1: 4 pada kapas dan lamtoro. Variabilitas dalam siklus hidup dan aspek biologis lainnya sangat terkait dengan faktor iklim dan tanaman inang.⁶²



Gambar 8.
Imago Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.)⁶³

C. Virus Gemini (*Geminivirus*)

Geminivirus merupakan virus yang berasal dari famili *geminiviridae* dengan genus *Begomovirus*. Virus ini mempunyai satu atau dua komponen untai tunggal DNA⁶⁴. Virus ini menyebabkan penyakit daun keriting yang menjadi salah satu penyakit menakutkan dalam pertanaman cabai di Indonesia. Virus ini dibawa oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) yang populasinya

⁶² S., A., dan H., h. 2064-2065.

⁶³ S., A., dan H., h. 2064.

⁶⁴ Juan Carlos Vaca-Vaca, Jhon Fredy Betancur-Perez, dan Karina Lopez-Lopez, "Distribucion y diversidad genetica de Begomovirus que infectan tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Colombia" XIV (Juli 2012): h. 61.

sangat tinggi saat kemarau. Penyakit yang disebabkan oleh *geminivirus* tergolong baru, tetapi sangat merugikan dan serangannya cukup luas.⁶⁵

Gejala yang dapat ditimbulkan berupa penebalan tulang daun, daun muda dengan tulang daun yang lebih jernih (*veinclearing*) dan terjadi penggulungan daun. Infeksi lanjutan dapat menyebabkan daun-daun berwarna kuning terang dan ukuran daunnya menjadi mengecil. Tepi daun melengkung ke atas dan pada akhirnya tanaman menjadi kerdil.⁶⁶

Kegiatan pengendalian penyakit *geminivirus* diantaranya adalah sebagai berikut⁶⁷

- a) Mengendalikan gulma yang dapat menjadi inang seperti puteri malu, ciplukan, babadotan dan kacang tanah hias.
- b) Mencabut tanaman yang terserang penyakit *geminivirus*.
- c) Menggunakan varietas toleran, misalnya PM 999.
- d) Mengendalikan penyakit *geminivirus* dengan membasmi vektor virusnya yaitu kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.).

D. Anatomi Daun

Daun pada mayoritas tumbuhan vaskular merupakan organ fotosintetik utama. Bentuk daun sangat bervariasi, biasanya terdiri dari helaian daun dengan tangkai daun yang menyambungkan daun ke batang pada nodus.

⁶⁵ Syukur, Yunianti, dan Dermawan, *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*, h. 118.

⁶⁶ Syukur, Yunianti, dan Dermawan, h. 118.

⁶⁷ Syukur, Yunianti, dan Dermawan, h. 118.

Monokotil mempunyai urat daun yang paralel di sepanjang helaian daun. Eudikotil biasanya memiliki jejaring urat daun yang bercabang-cabang.⁶⁸

Setiap organ tumbuhan seperti daun mempunyai jaringan demis, dasar dan vaskular. Ketiga jaringan tersebut membentuk sebuah sistem jaringan. Sistem jaringan merupakan sebuah unit fungsional yang menghubungkan semua organ tumbuhan. Setiap sistem jaringan mempunyai karakteristik spesifik yang bervariasi setiap organnya.⁶⁹

Lapisan pelindung terluar dari tumbuhan membentuk sistem jaringan dermis. Jaringan tunggal ditemukan pada tumbuhan tak berkayu yang biasa kita sebut dengan epidermis. Epidermis terdiri atas selapis sel yang tersusun rapat. Pada daun terdapat lapisan berlilin pada permukaan epidermis yang kita sebut dengan kutikula. Kutikula berfungsi membantu mencegah kehilangan air.⁷⁰

Rintangan epidermis diselingi oleh stomata. Hadirnya stomata memungkinkan terjadi pertukaran gas antara udara sekitar dan sel-sel fotosintetik di dalam daun. Stomata juga menjadi jalur utama penguapan air. Pada stomata terdapat sebuah pori yang diapit oleh dua sel penjaga. Sel penjaga ini mengatur pembukaan dan penutupan pori tersebut.⁷¹

⁶⁸ Neil A. Campbell dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*, ed. oleh Wibi Hardani dan Prinandita Adhika, trans. oleh Damaring Tyas Wulandari, 8 ed. (Jakarta: Erlangga, 2008), h. 318.

⁶⁹ Campbell dkk., h. 319.

⁷⁰ Campbell dkk., h. 319.

⁷¹ Campbell dkk., h. 327.

Daun hampir selalu tersusun atas epidermis atas dan epidermis bawah⁷². Di bawah epidermis atas terdapat mesofil. Mesofil merupakan jaringan dasar pada daun. Mesofil terdiri atas sel parenkim yang terspesialisasi untuk fotosintesis. Daun eudikotil mempunyai dua macam mesofil yaitu *mesofil palisade* dan *mesofil spons*. *Mesofil palisade* terdiri dari satu atau beberapa lapisan sel parenkim yang memanjang di bagian paling atas daun. Di bawah *Mesofil palisade* terdapat *mesofil spons*. *Mesofil spons* tersusun atas sel parenkim yang lebih longgar dengan labirin rongga udara sebagai tempat CO₂ dan O₂ bersirkulasi di sekitar sel-sel dan naik ke *mesofil palisade*.⁷³

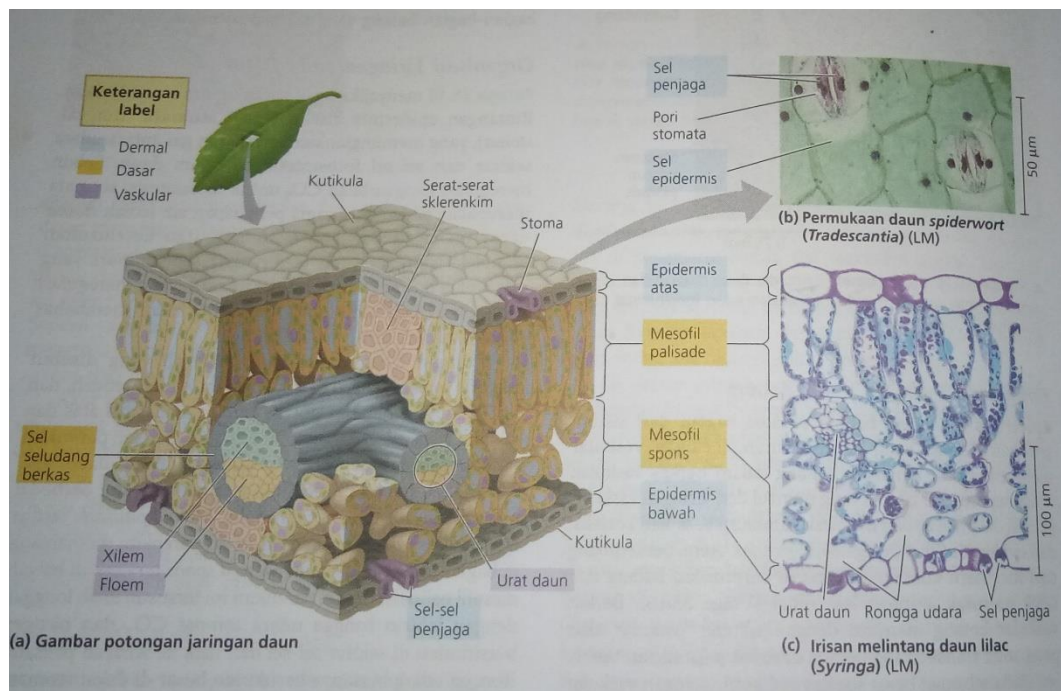
Jaringan vaskular daun bersambungan jaringan vaskular yang ada pada batang. Urat daun merupakan berkas vaskular daun yang terbagi-bagi dan bercabang ke seluruh jaringan mesofil. Jaringan ini mendekatkan xilem dan floem dengan jaringan fotosintetik. Struktur vaskular berfungsi sebagai rangka yang memperkokoh bentuk daun. Urat daun dilindungi oleh seludang berkas yang terdiri dari satu atau beberapa lapis sel. Urat daun biasanya terdiri atas sel-sel parenkim. Daun jarang mengalami pertumbuhan sekunder⁷⁴. Anatomi daun secara umum dapat dilihat pada Gambar 9.⁷⁵

⁷² George H. Fried dan George J. Hademenos, *Schaum's Outlines Biologi*, ed. oleh Amalia Safitri, trans. oleh Damaring Tyas, Kedua (Jakarta: Erlangga, 2005), h. 159.

⁷³ Campbell dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*, h. 327.

⁷⁴ Campbell dkk., h. 329.

⁷⁵ Campbell dkk., h. 328.

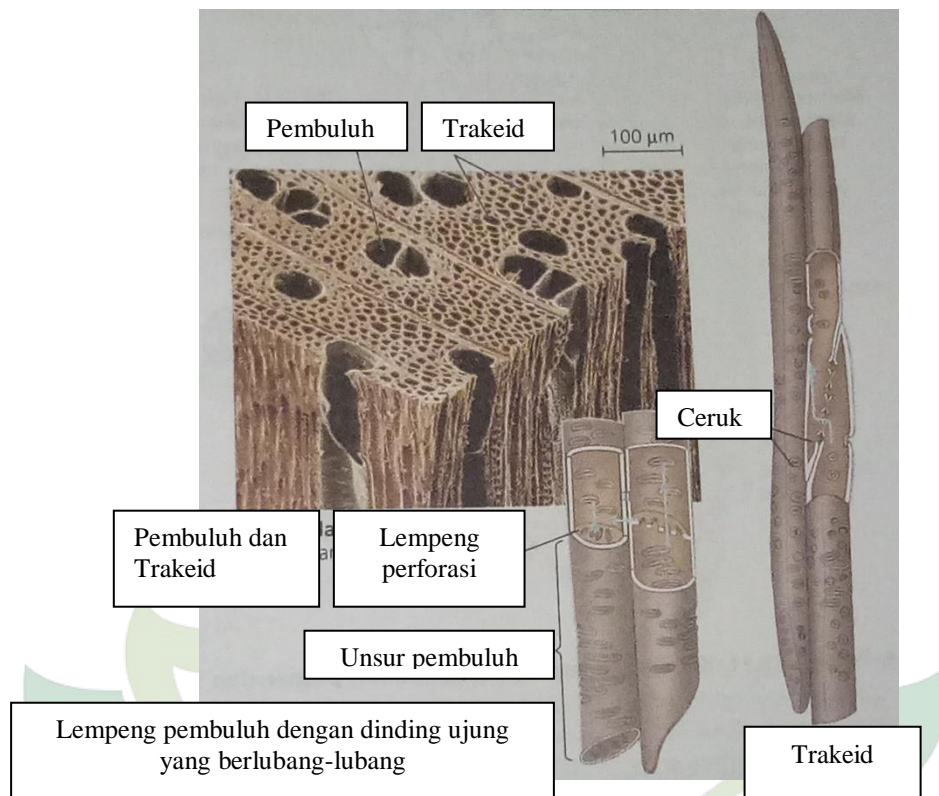


Gambar 9.
Anatomi Daun Secara Umum

Xilem tersusun atas dua tipe sel utama yaitu trakeid dan pembuluh⁷⁶. Trakeid dan pembuluh merupakan sel-sel panjang yang berbentuk pita dan mati saat dewasa secara fungsional. Trakeid adalah sel yang tipis dan panjang dengan ujung meruncing. Dinding sekunder trakeid diperkeras dengan adanya lignin. Trakeid ditemukan hampir pada semua tumbuhan vaskular. Pada tumbuhan angiosperma ditemukan unsur pembuluh pada xilem. Unsur-unsur pembuluh umumnya lebih pendek, lebih lebar, kurang meruncing dan berdinding tipis bila dibandingkan dengan trakeid. Unsur pembuluh tersusun dengan ujung-ujung yang bersangkutan sehingga membentuk pipa mikro yang panjang. Pipa mikro yang panjang inilah yang kita sebut dengan pembuluh. Dinding ujung dari unsur pembuluh mempunyai lempeng yang memiliki

⁷⁶ Fried dan Hademenos, *Schaum's Outlines Biologi*, h. 160.

lubang-lubang⁷⁷. Struktur dua sel utama pada xilem dapat dilihat pada Gambar 10.⁷⁸



Gambar 10.
Struktur Dua Tipe Sel Utama pada Xilem

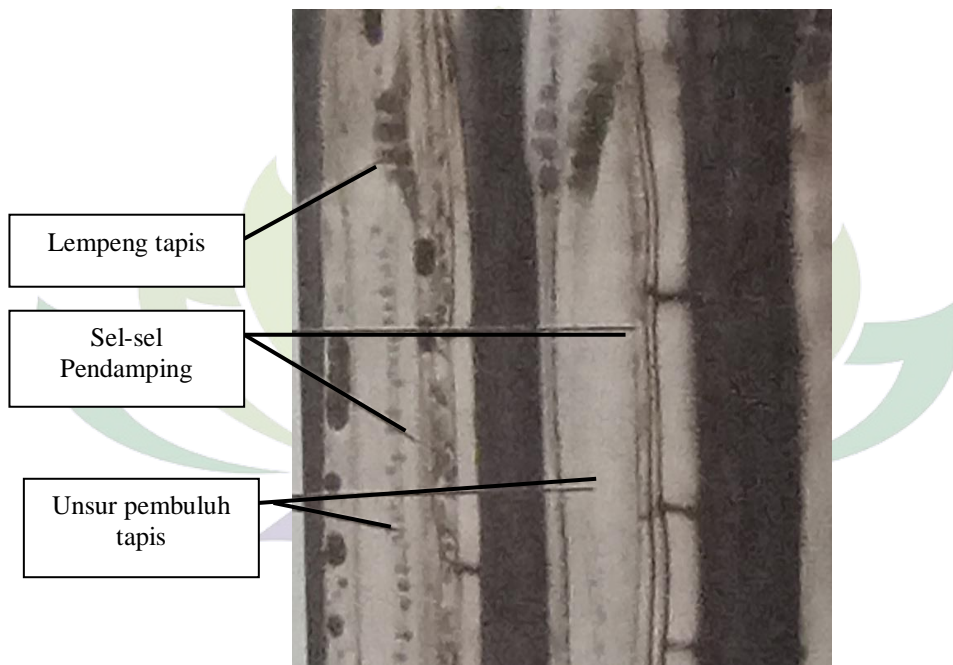
Floem tersusun atas dua tipe sel yaitu sel tetangga (sel pendamping) dan sel tapis⁷⁹. Sel-sel pada floem tetap hidup saat dewasa secara fungsional. Pada floem angiosperma, nutrisi ditranspor melalui pembuluh tapis yang terdiri dari rangkaian sel-sel yang disebut dengan unsur pembuluh tapis. Unsur pembuluh tapis tidak mempunyai nukleus, vakuola, ribosom dan unsur sitoskeletal. Dinding ujung diantara unsur pembuluh tapis disebut lempeng tapis. Lempeng tapis mempunyai pori-pori yang memfasilitasi aliran cairan dari sel ke sel di

⁷⁷ Campbell dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*, h. 323.

⁷⁸ Campbell dkk., h. 323.

⁷⁹ Fried dan Hademenos, *Schaum's Outlines Biologi*, h. 160.

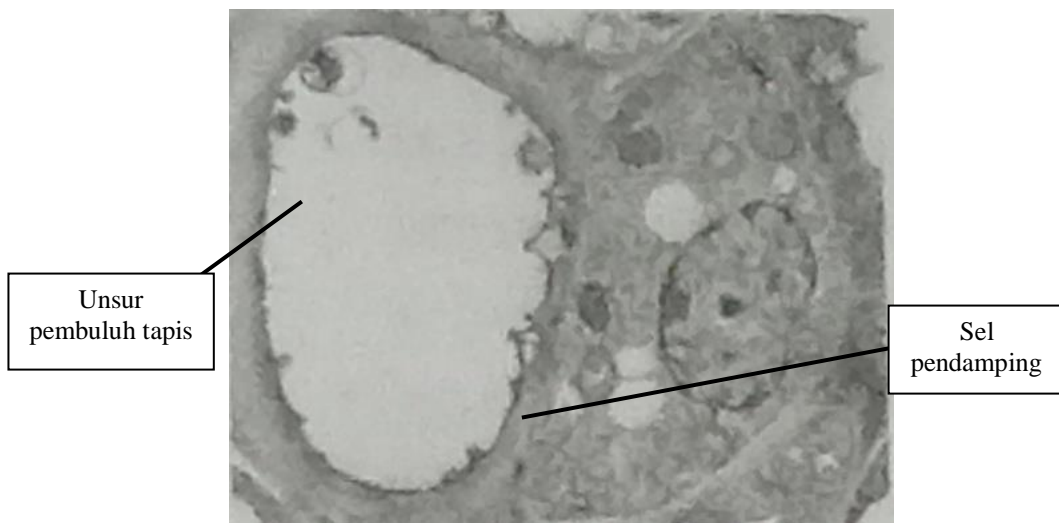
sepanjang pembuluh tapis. Disamping unsur pembuluh tapis terdapat sel pendamping yang merupakan sebuah sel nonpengangkut. Sel pendamping terhubung dengan unsur pembuluh tapis oleh banyak saluran yang disebut plasmodesmata. Ribosom dan nukleus yang dimiliki oleh sel pendamping juga berguna untuk unsur pembuluh tapis yang ada di sampingnya. Struktur dua tipe sel pada floem penampang longitudinal dan melintang dapat dilihat pada Gambar 11.⁸⁰ dan Gambar 12.⁸¹



Gambar 11.
Struktur Dua Tipe Sel pada Floem Penampang Longitudinal

⁸⁰ Campbell dkk., *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*, h. 323.

⁸¹ Campbell dkk., h. 323.



Gambar 12.
Struktur Dua Tipe Sel pada Floem Penampang Melintang

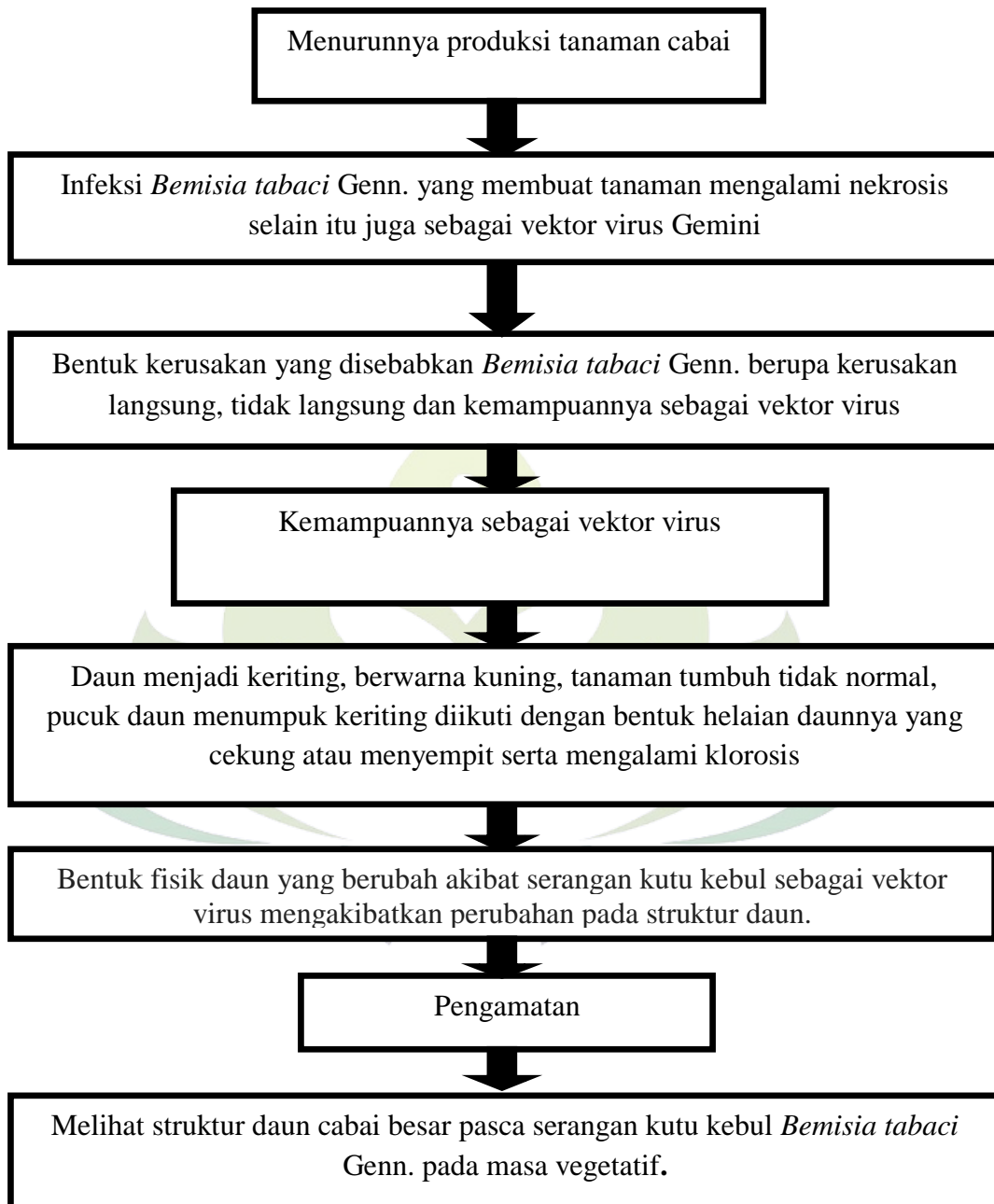
E. Kerangka Berpikir

Peningkatan produksi cabai berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan. Cabai merupakan salah satu tanaman sayuran semusim yang banyak dibudidayakan oleh para petani karena minat yang tinggi di masyarakat guna meningkatkan cita rasa makanan. Dalam budidaya cabai banyak hama yang menyerang tanaman sehingga pertumbuhan serta produksi tanaman cabai menurun.

Kutu Kebul dengan nama lain *Bemisia tabaci* Genn. merupakan salah satu hama yang menyerang tanaman cabai. Hama ini sering menjadi vektor virus Gemini. Tumbuhan mengalami nekrosis akibat serangan dari kutu kebul dengan ditandai timbul bercak-bercak pada daun. Kerusakan yang dapat diakibatkan oleh kutu kebul dapat berupa kerusakan langsung, tidak langsung serta kemampuannya menjadi vektor virus.

Kerusakan langsung dapat dilihat dari bekas tusukan dari mulut kutu kebul. Kerusakan lainnya yaitu kemampuannya sebagai vektor virus. Virus yang telah memenuhi seluruh jaringan tumbuhan akan mempengaruhi bentuk dari daun cabai. Daun cabai menjadi mengeriting, berwarna kuning, tanaman tumbuh tidak normal, pucuk daun menumpuk keriting diikuti dengan bentuk helaian daunnya yang cekung atau menyempit. Selain itu juga tanaman mengalami klorosis. Klorosis terjadi akibat dari pembentukan klorofil terhambat yang disebabkan oleh laju pembentukan klorofil lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi klorofil. Pengerutan atau keritingnya daun disebabkan karena virus mulai berpindah dari sel satu ke sel lainnya menuju floem hingga bergerak cepat ke dalam daun muda. Bentuk fisik daun yang berubah akibat serangan kutu kebul sebagai vektor virus mengakibatkan perubahan struktur daun.

Berdasarkan uraian diatas, maka kerangka berpikir peneliti sebagai berikut:



BAB III

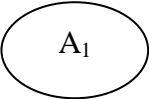
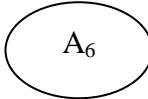
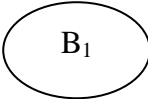
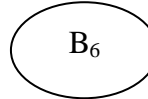


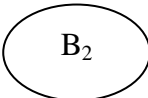
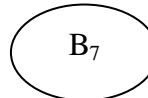
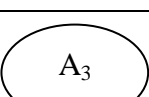
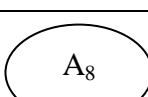
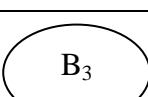
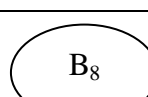
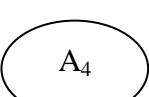
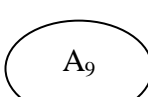
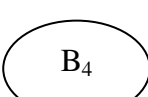
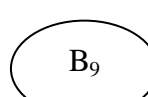
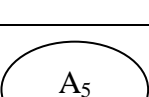

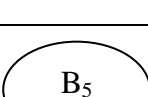
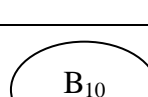
METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di gedung Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, bertujuan untuk mengetahui struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada masa vegetatif. Pemeliharaan tanaman cabai dilakukan di Rumah Jl. P. Antasari Gg. Mulya Jaya Kec. Kedamaian Kel. Kedamaian Bandar Lampung. Penelitian dimulai pada bulan Mei 2019.

B. Desain Penelitian

Pemindahan bibit kedalam polybag yang telah disediakan kemudian ditempatkan di tempat yang terkena sinar matahari. Tanaman akan disiram setiap 2 hari sekali, namun saat musim kemarau sebaiknya disiram 2-3 hari sekali. Penyiraman ini dilakukan tergantung pada kelembapan medianya. Pemupukan dengan NPK dilakukan setiap minggu dengan dosis rendah. Setelah 1 minggu penyemaian, maka 10 tanaman di beri kutu kebul. Sepuluh polybag lain tidak diberi kutu kebul namun tetap dipelihara seperti biasanya.

I		Jarak tanaman 100 cm	II	
 A ₁	 A ₆		 B ₁	 B ₆
 A ₂	 A ₇		 B ₂	 B ₇
 A ₃	 A ₈		 B ₃	 B ₈
 A ₄	 A ₉		 B ₄	 B ₉
 A ₅	 A ₁₀		 B ₅	 B ₁₀


Keterangan:

I : Diberi kutu kebul setiap tanamannya

II : Tidak diberi kutu kebul setiap tanamannya

A : Tanaman yang diberi kutu kebul

B : Tanaman yang tidak diberi kutu kebul

 : Dengan kurungan kain tile

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: polybag ukuran sedang 20 buah, ember, kamera, penggaris, alat tulis, kertas label, gunting, tisu, sarung tangan plastik, bambu 40 cm 20 buah, kayu 15 cm 40 buah, kain tile 55 cm x 60 cm 20 buah, palu, tali rafia, mangkok, Mikroskop

listrik binokuler , silet, cutter, pipet tetes, gelas penutup dan gelas objek, gelas beker, cawan petri, plat tetes, jarum pentul, sekop dan sendok.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah tanah subur, arang sekam, akuades, air, pupuk kandang, pupuk NPK, benih dan daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) , putih telur, cat kuku bening Merk Implora, selotip bening, alkohol 96 %, safranin (gram 4 *fuchin stain* 18 ml), *bayclin* dan empulur ubi kayu.

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). Sampel yang akan diobservasi sebanyak 3 daun yang terserang dan 3 daun yang tidak terserang kutu kebul pada tanaman cabai yang ada di polybag berbeda.

E. Cara Kerja

1. Penyemaian Benih Cabai Besar

Penyemaian dilakukan pada polybag yang diletakkan di samping rumah. Benih didapat dari toko pertanian. Benih yang disemai harus memiliki syarat berupa utuh dan tenggelam bila direndam dalam air⁸². Sebelum disemai, benih direndam di dalam air sekitar 12 jam. Media persemaian dapat dibuat dengan campuran tanah, arang sekam dan pupuk

⁸² Nugraheni Widyawati, *Cara Mudah Bertanam 29 Jenis Sayur dalam Pot*, ed. oleh Nina Kenyar, 1 ed. (Yogyakarta: ANDI, 2015), h. 242.

kandang dengan perbandingan 1:1:1⁸³. Letakkan polybag pada tempat yang teduh, aman dari gangguan hewan serta hindarkan dari hujan. Bibit cabai siap dipindahkan di dalam polybag yang lebih besar setelah berumur 4-5 minggu.⁸⁴

2. Penanaman Bibit Cabai Besar

Masukkan media tanam kemudian beri lubang dengan menggunakan tangan. Ambil bibit yang telah berumur 5 minggu, kemudian masukkan kedalam lubang tersebut. Padatkan media tanam di sekeliling tanaman cabai tersebut. Agar pertumbuhan optimal, maka letakkan polybag pada tempat yang terkena sinar matahari. Tanaman disiram setiap 2 hari sekali, namun saat musim kemarau sebaiknya disiram 2-3 hari sekali⁸⁵. Penyiraman ini dilakukan tergantung pada kelembapan medianya. Pemupukan dengan NPK dilakukan setiap minggu dengan dosis rendah.

3. Pengaplikasian Kutu Kebul pada Tanaman Cabai Besar

Setelah 3 minggu penyemaian tanaman diberi kutu kebul dengan cara meletakkan kutu kebul sebanyak ± 10 ekor beserta daun hinggapnya ke dalam daun pada tanaman. Tanaman yang diberi kutu kebul sebanyak 10 tanaman. 10 tanaman yang lain tidak diberi kutu kebul dan seluruh tanaman dipelihara selama 1 bulan setelah aplikasi kutu kebul sehingga usia tanaman mencapai 3 bulan untuk diamati struktur daun di laboratorium.

⁸³ Widyawati, h. 242.

⁸⁴ Widyawati, h. 242.

⁸⁵ Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, h. 110.

3. Pelaksanaan Laboratorium

1. Pengambilan Sampel Uji

Daun dipilih yang tumbuh normal dan sehat untuk pengamatan morfologi dan struktur daun cabai tanpa terserang kutu kebul. Untuk pengamatan daun yang terserang kutu kebul, maka daun yang digunakan adalah daun yang paling banyak mengalami kerusakan. Pengamatan morfologi meliputi bentuk, kerusakan serta warna daun. Pengamatan struktur daun meliputi epidermis (stomata), dan floem.

2. Pembuatan Preparat Segar untuk Pengamatan Epidermis

Daun cabai yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan akuades. Kemudian ambil kuas cat kuku yang telah disediakan untuk memoles sebagian atas daun. Setelah kering, tempelkan selotip bening kebagian daun yang telah diberi cat kuku tersebut dan tarik dengan cepat. Selotip yang telah ada replika epidermis tersebut kemudian tempelkan di gelas objek. Setelah selesai menempelkan replika, letakkan preparat tersebut ke dalam meja mikroskop dan siap diamati. Lakukan hal yang sama untuk membuat replika bagian bawah daun.

3. Pembuatan Preparat Segar untuk Pengamatan Floem

Daun cabai yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan akuades. Kemudian ambil tulang daun dan potong secara membujur serta pastikan permukaan yang dipotong tersebut rata. Setelah itu potong tulang daun dengan sayatan membujur dengan posisi

silet mengarah ke mata dengan posisi sejajar kemudian kita potong pelan-pelan maka menghasilkan irisan yang transparan atau tembus cahaya. Ambil irisan tersebut dengan jarum pentul kemudian direndam kedalam alkohol, bayclin dan safranin masing-masing selama 1 menit. Teteskan putih telur pada gelas objek. Ambil irisan yang telah dimurnikan tadi dan letakkan pada gelas objek kemudian tutup dengan gelas penutup. Saat peletakkan tersebut hindari gelembung udara yang nanti akan mengganggu saat pengamatan dengan bantuan jarum pentul. Letakkan preparat tersebut ke dalam meja mikroskop dan siap diamati.

F. Teknik Pengamatan

Pengamatan preparat dengan metode irisan segar teknik pemurnian meliputi bentuk dan panjang floem serta teknik replika untuk mengetahui diameter stomata menggunakan aplikasi imageJ.

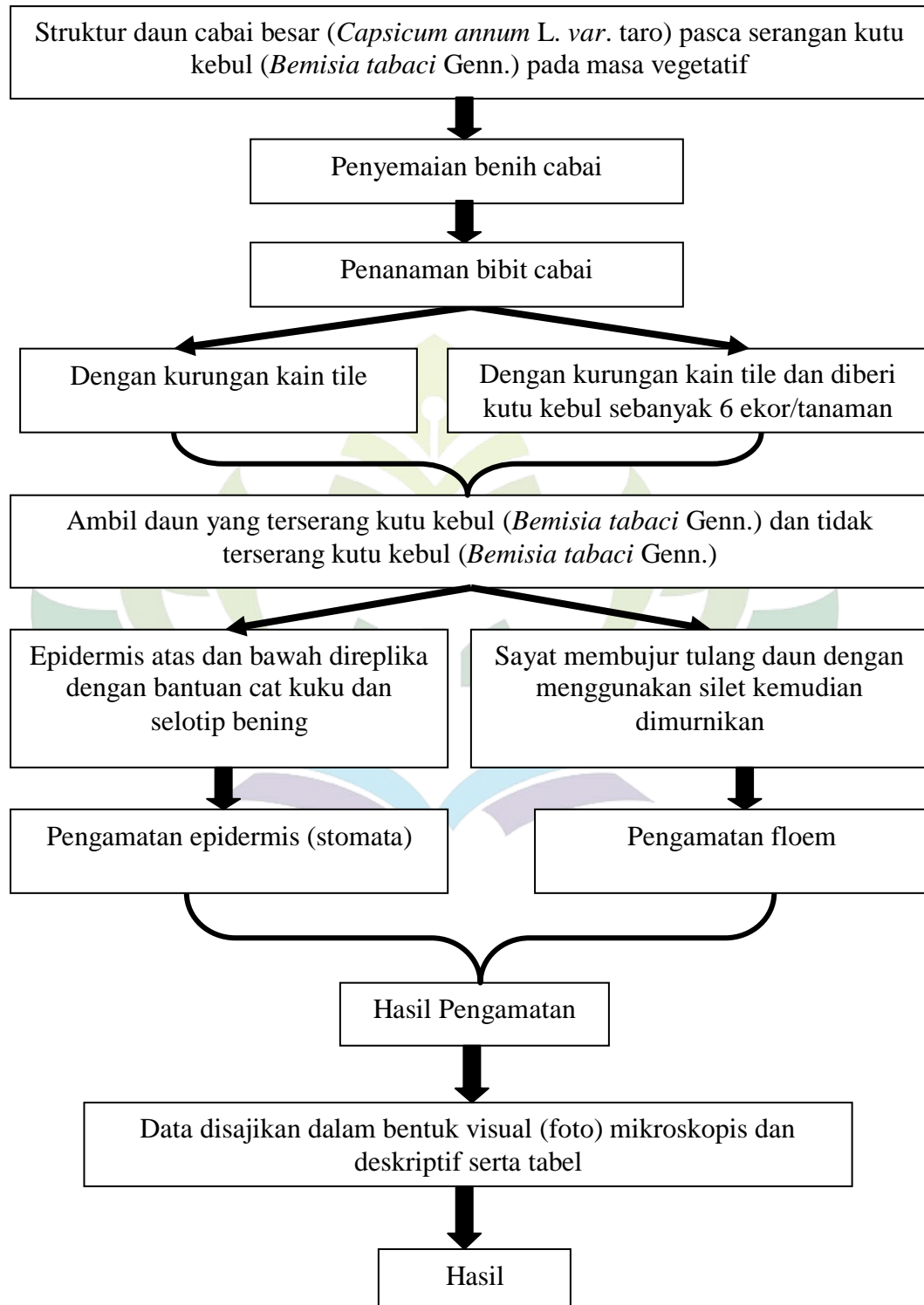
G. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh melalui hasil pengamatan anatomi daun *Capsicum annum* L. var. taro disajikan dalam bentuk visual (foto) mikroskopis dan deskriptif⁸⁶ serta tabel.

⁸⁶ Nurhayati, Mukarlina, dan Riza Linda, "Struktur Anatomi Akar, Batang dan Daun *Anthurium plowmanii* Croat., *Anthurium hookeri* Kunth. dan *Anthurium plowmanii* × *Anthurium hookeri*," *Protobiont* 5 (2016): h. 25.

H. Alur Kerja Penelitian

Alur kerja yang dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut

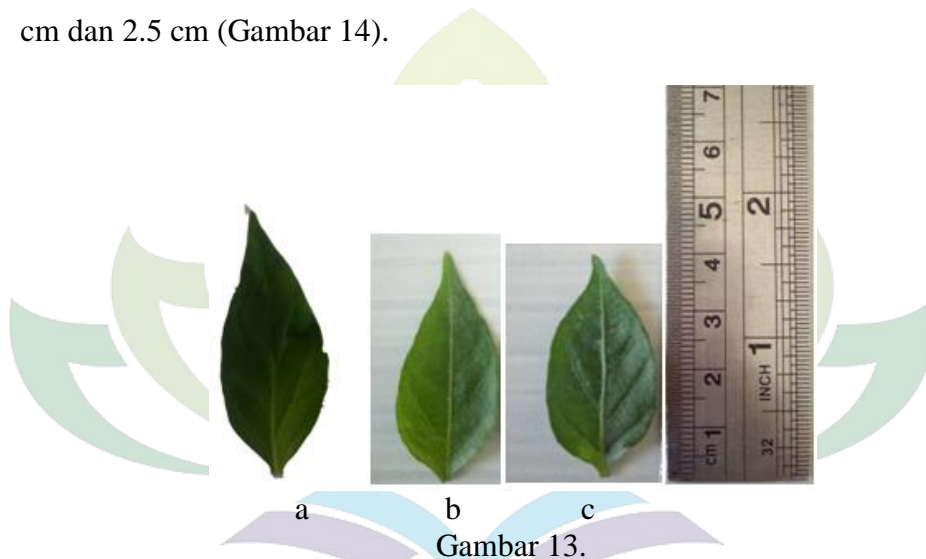


BAB IV

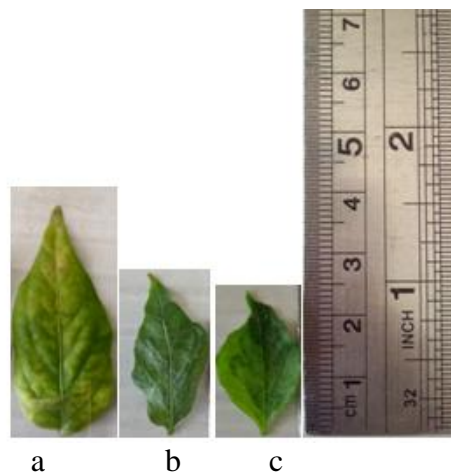
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Secara morfologi warna daun sehat berwarna hijau dengan permukaan halus dan mempunyai panjang berturut-turut sebesar 5 cm, 4 cm dan 4 cm (Gambar 13). Daun yang terserang kutu kebul cenderung berwarna kekuningan dan rapuh serta lebih pendek dengan panjang berturut-turut sebesar 4 cm, 2.7 cm dan 2.5 cm (Gambar 14).



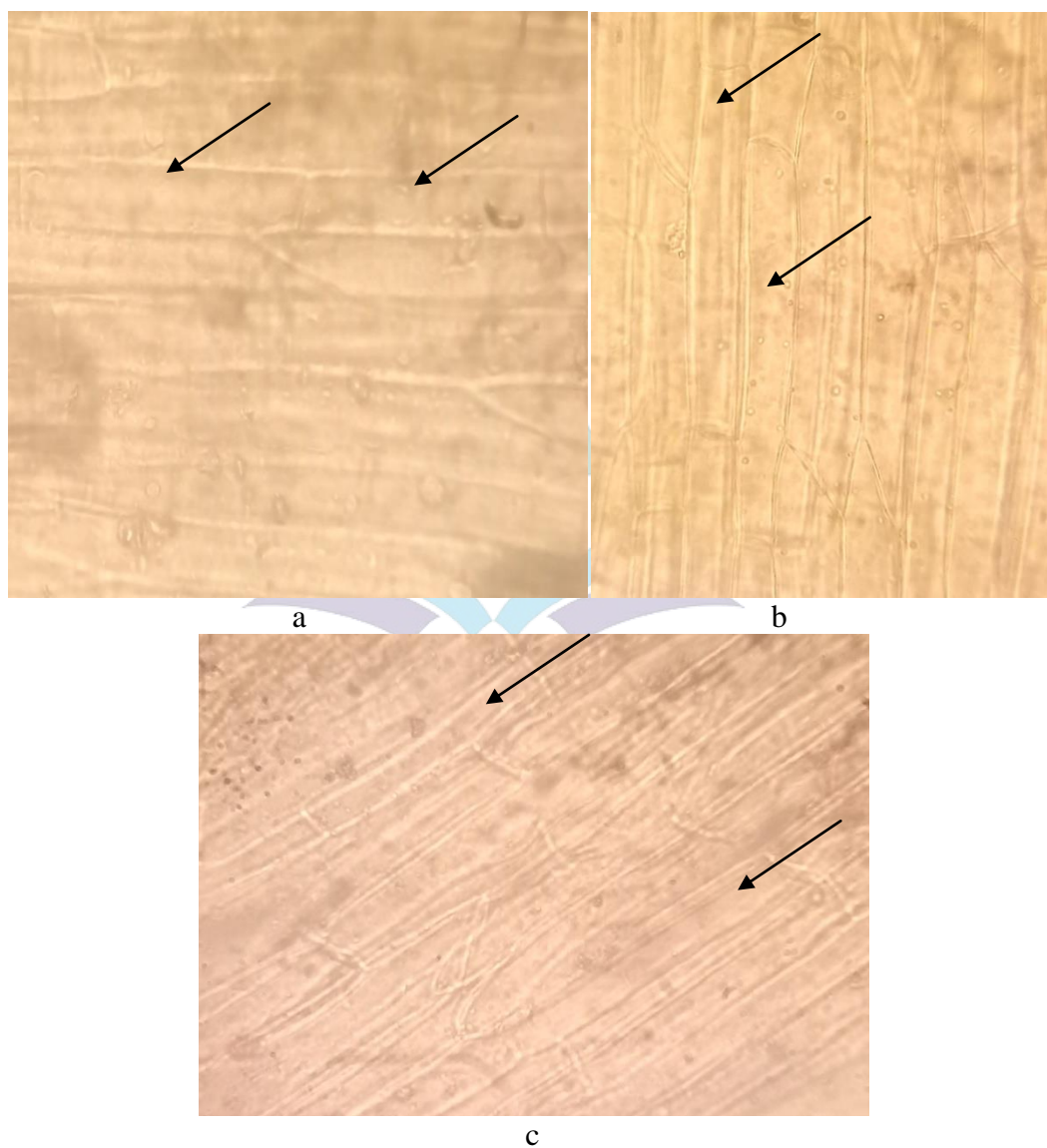
Gambar 13.
Daun Sehat (a. sampel daun 3 b. sampel daun 2 c. sampel daun 1)



Gambar 14.

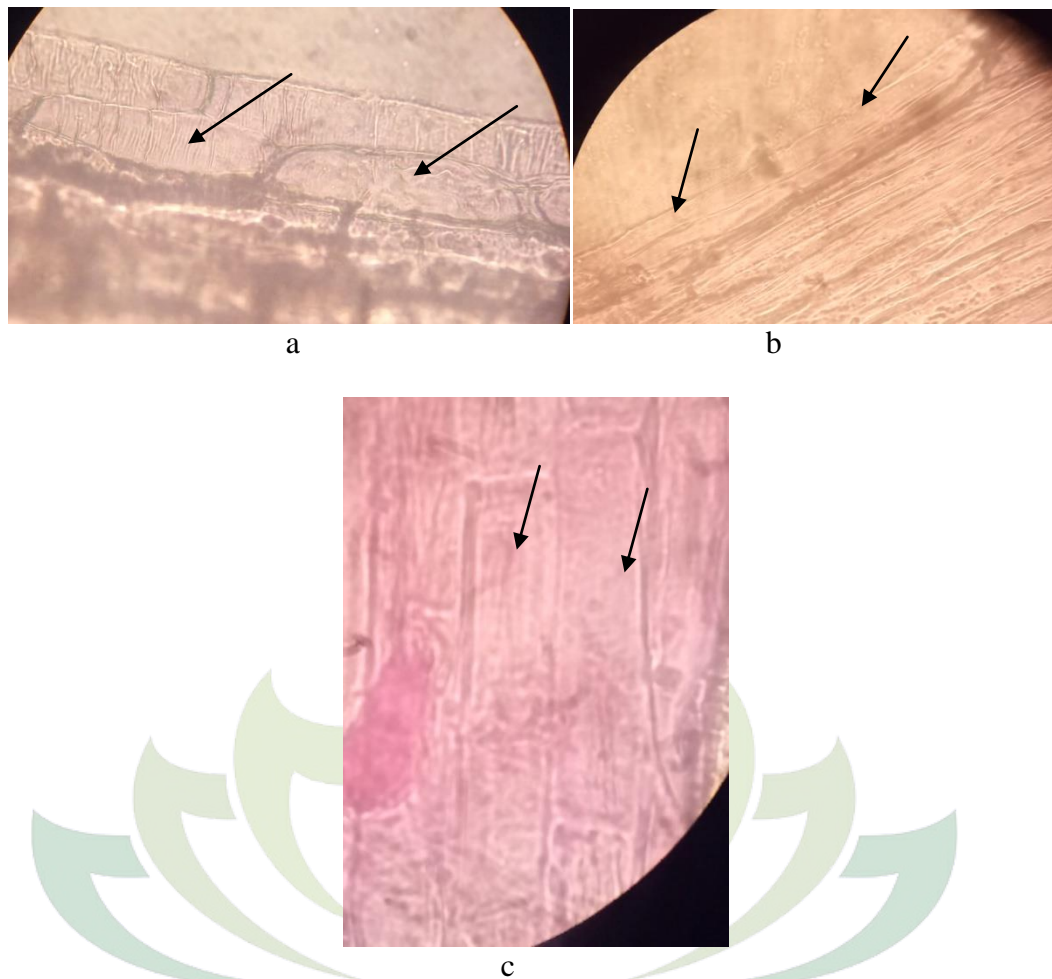
Daun Sakit (a. sampel daun 3 b. sampel daun 2 c. sampel daun 1)

Hasil pengamatan sayatan membujur tulang daun sehat secara anatomi didapatkan floem berbentuk lempengan panjang dengan batas jelas serta tersusun rapi (Gambar 15). Floem daun sehat mempunyai panjang rata-rata total dari ketiga sampel sebesar $141.88 \mu\text{m}$ (Tabel 3). Floem pada daun yang terserang bentuknya tak beraturan dan mengalami nekrosis (Gambar 16). Rata-rata total panjang floem pada daun sakit $92.93 \mu\text{m}$ (Tabel 3).



Gambar 15.

Floem Pada Daun Sehat (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)
Panah menunjukkan sel yang diukur



Gambar 16.

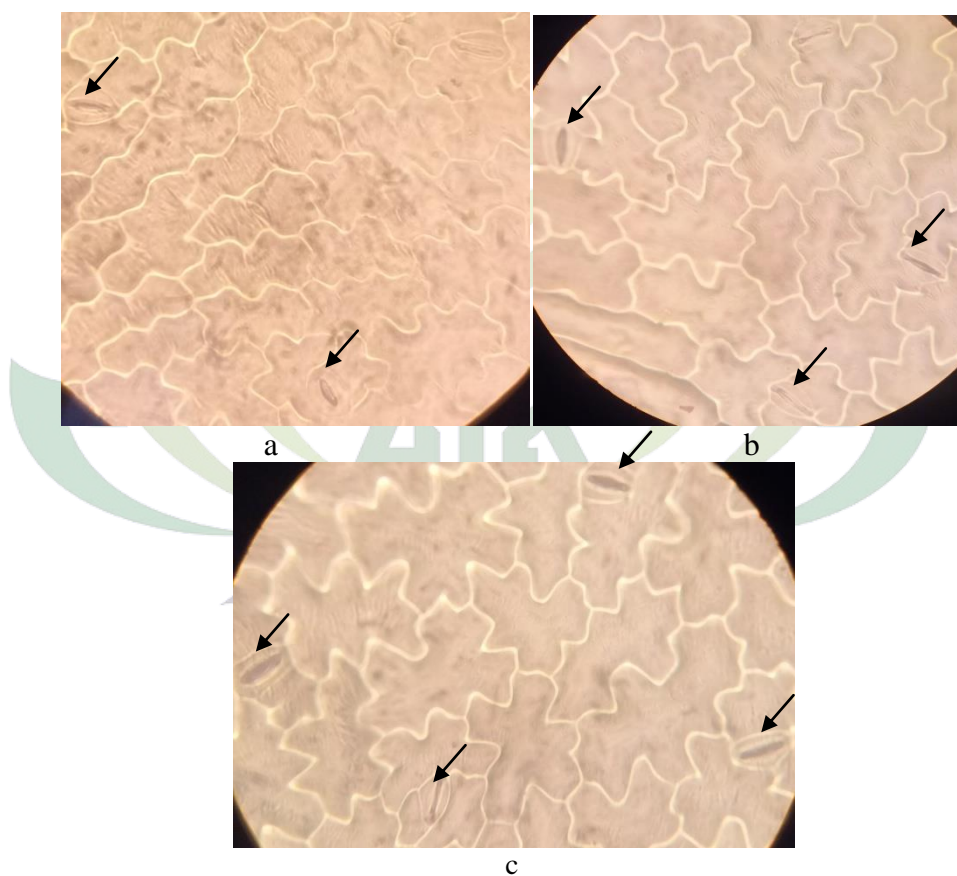
Floem Pada Daun Sakit (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)
Panah menunjukkan sel yang diukur

Tabel 3.
Panjang Floem dalam Satuan μm

Sampel	Panjang Floem (μm)	
	Sehat	Sakit
1	158.88	110.81
2	145.86	81
3	120.91	86.97
Jumlah	425.65	278.78
Rata-rata	141.88	92.93

Pengamatan epidermis atas dan bawah daun sehat dengan teknik replika menunjukkan sel epidermis berbentuk lempengan dengan dinding tipis tersusun teratur, stomata jelas dan banyak (Gambar 17 dan Gambar 19). Rata-rata

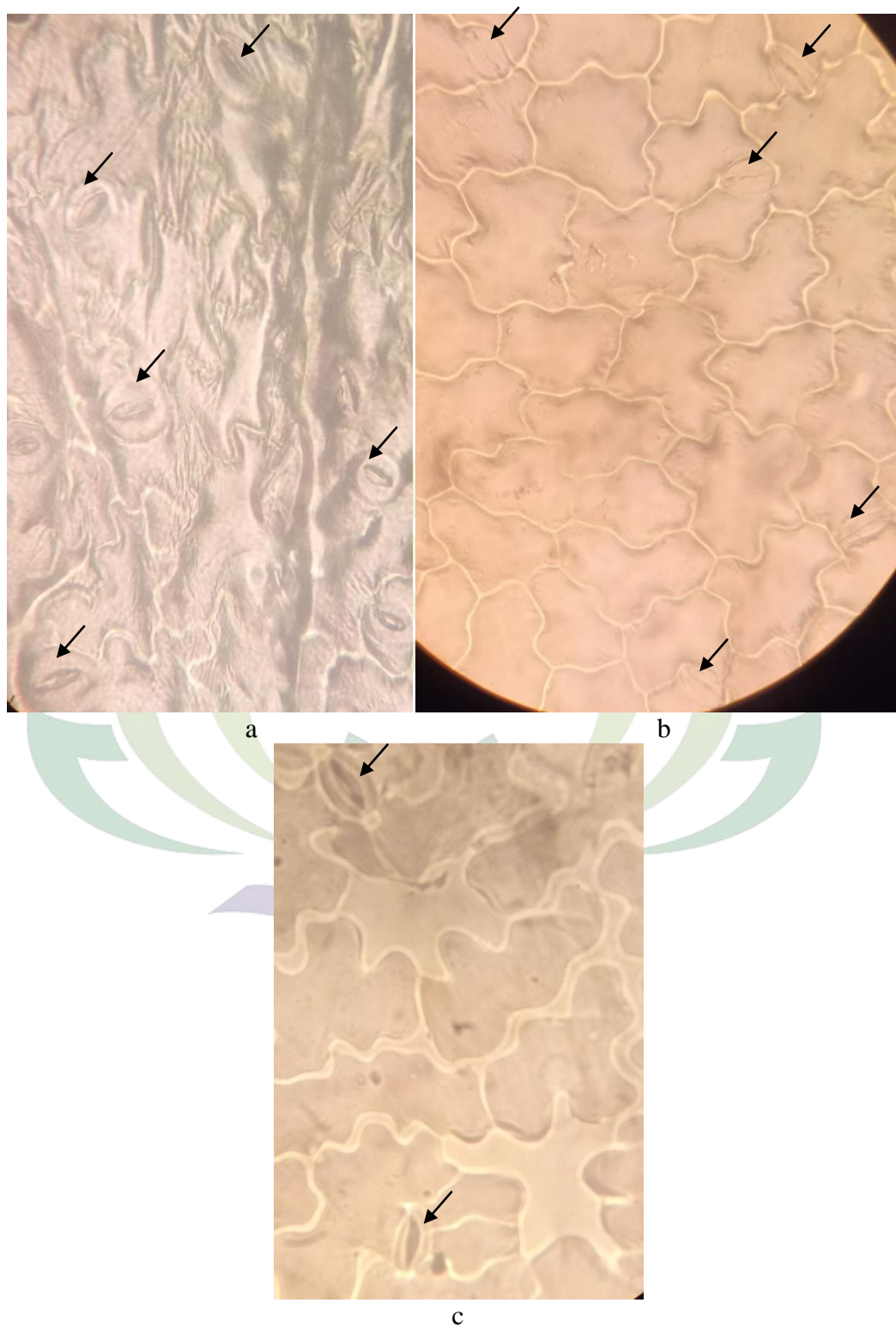
total diameter stomata pada epidermis atas dan bawah daun sehat berturut-turut sebesar 27.62 μm dan 25.07 μm (Tabel 4 dan Tabel 5). Epidermis atas dan bawah pada daun sakit tidak beraturan dengan dinding tebal serta stomata yang lebih sedikit (Gambar 18 dan Gambar 20). Rata- rata total diameter stomata pada epidermis atas dan bawah daun sakit berturut-turut sebesar 19.06 μm dan 18.92 μm (Tabel 4 dan Tabel 5)



Gambar 17.

Stomata pada Epidermis Atas Daun Sehat (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)

Panah menunjukkan stomata yang diukur diameternya



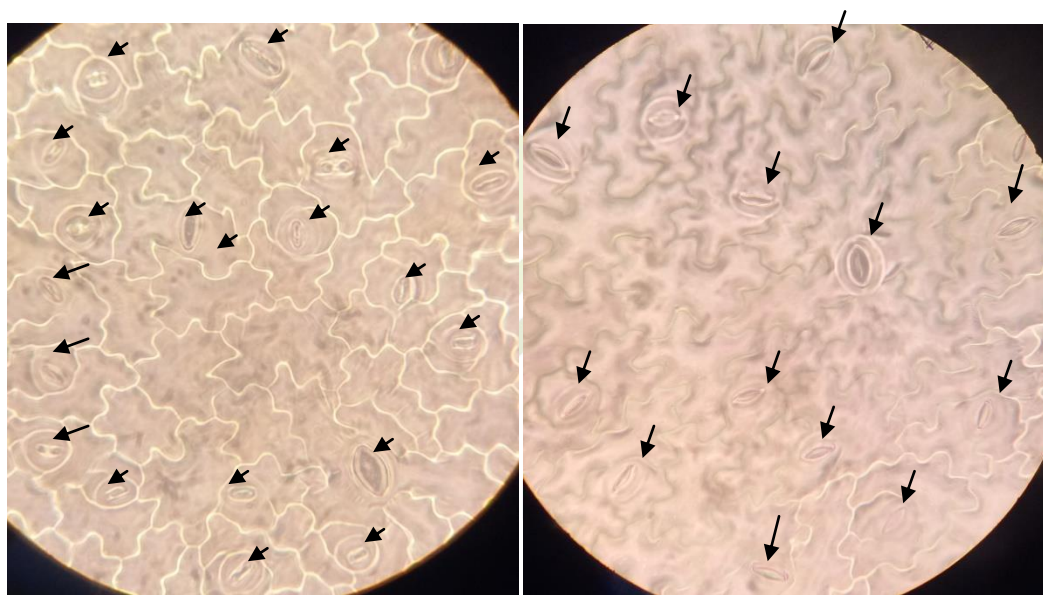
Gambar 18.

Stomata pada Epidermis Atas Daun Sakit (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)

Panah menunjukkan stomata yang diukur diameternya

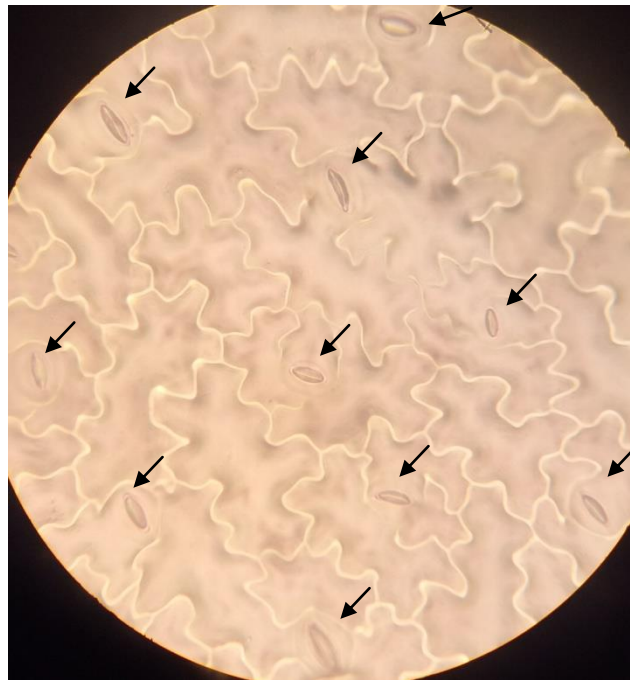
Tabel 4.
Diameter Stomata pada Epidermis Atas dalam Satuan μm

Sampel	Diameter Stomata pada Epidermis Atas (μm)	
	Sehat	Sakit
1	27.42	17.71
2	28.92	21.47
3	27.62	18.01
Jumlah	83.96	57.19
Rata-rata	27.62	19.06



a

b



c

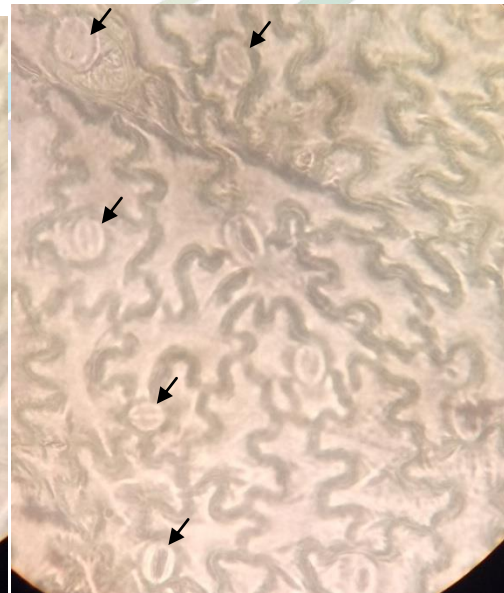
Gambar 19.

Stomata pada Epidermis Bawah Daun Sehat (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)

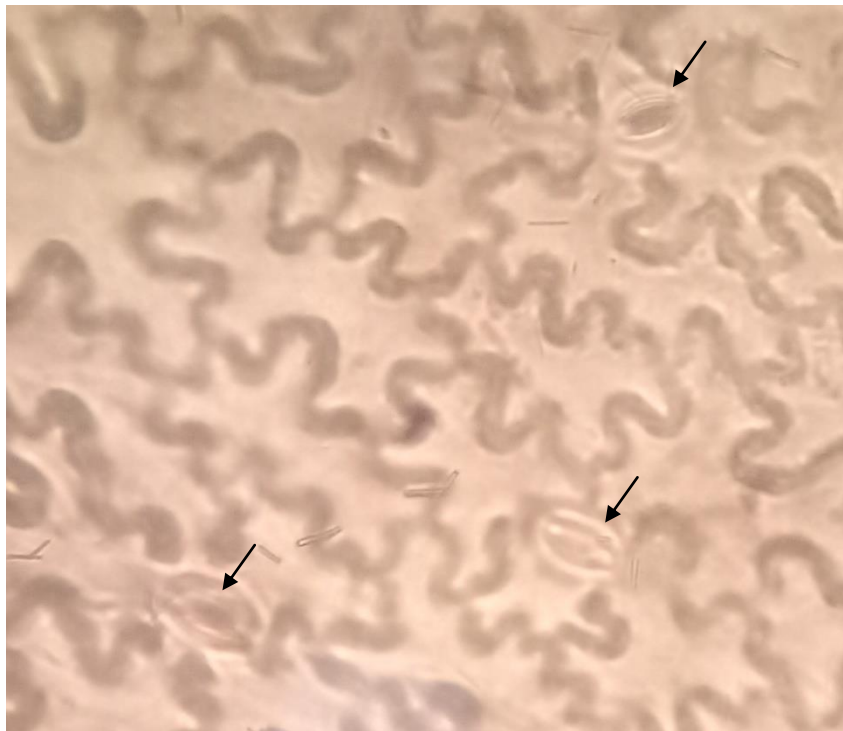
Panah menunjukkan stomata yang diukur diameternya



a



b



c

Gambar 20.

Stomata pada Epidermis Bawah Daun Sakit (a. sampel daun 1 b. sampel daun 2 c. sampel daun 3)

Panah menunjukkan stomata yang diukur diameternya

Tabel 5.

Diameter Stomata pada Epidermis Bawah dalam Satuan μm

Sampel	Diameter Stomata pada Epidermis Bawah (μm)	
	Sehat	Sakit
1	24.11	14.91
2	26.41	20.63
3	24.68	21.23
Jumlah	75.2	56.77
Rata-rata	25.07	18.92

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan warna daun sehat berwarna hijau dengan permukaan halus dan mempunyai panjang yang lebih dibandingkan yang sudah terserang kutu kebul yaitu 5 cm, 4 cm dan 4 cm (Gambar 13). Menurut Netu

Suriana daun cabai berwarna hijau sedang hingga tua⁸⁷. Daun yang terserang kutu kebul cenderung berwarna kekuningan, mengalami klorosis dan rapuh serta lebih pendek yaitu 4 cm, 2.7 cm dan 2.5 cm (Gambar 14). Hasil penelitian ini diperkuat dari penelitian Supiana dan Iin bahwa perubahan warna tersebut dikarenakan kutu kebul yang menyerang tanaman membawa Virus Gemini, yang salah satu akibat dari virus ini yaitu membuat tanaman kerdil dengan daun kuning⁸⁸. Jika tanaman menjadi kerdil maka panjang daun juga akan berkurang dari yang seharusnya.

Tanaman cabai yang telah terinfeksi kutu kebul pembawa virus Gemini, penampakan morfologi daun menggulung kebawah, keriting dan rapuh.. Pengeritingan daun ini disebabkan karena kutu kebul yang menghisap nutrisi membawa virus. Kutu kebul berada pada bagian bawah daun dan menghisap nutrisi yang ada pada tanaman melalui tulang daun khususnya bagian floem. Floem berisi nutrisi dari hasil fotosintesis yang akan diedarkan ke seluruh bagian dari tumbuhan. Apabila virus yang telah masuk memenuhi semua jaringan floem maka aliran nutrisi akan terhambat sehingga bagian jaringan tumbuhan tidak dapat menerima nutrisi ataupun terjadi penumpukan nutrisi pada jaringan tertentu⁸⁹. Hal tersebutlah yang membuat penampakan daun menjadi melengkung dan keriting. Seiring waktu tanaman yang terserang kutu kebul akan mati apabila terserang pada masa vegetatif. Jika tanaman tersebut

⁸⁷ Suriana, *Cabai: Sehat & Berkhasiat*, h. 4.

⁸⁸ Nurtjahyani dan Murtini, "Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*)," h. 198.

⁸⁹ Funayama-Noguchi dan Terashima, "Effects of Eupatorium yellow vein virus infection on photosynthetic rate, chlorophyll content and chloroplast structure in leaves of Eupatorium makinoi during leaf development," h. 168.

masih dapat bertahan maka akan mengakibatkan tanaman tidak akan berbunga dan selanjutnya tidak akan berbuah⁹⁰. Apabila terserang pada masa generatif, maka tanaman tidak berbuah atau berbuah namun dengan ukuran dan bentuk yang tidak normal.

Daun yang terserang kutu kebul juga mengalami klorosis. Klorosis dapat dilihat dari warna daun yang berwarna kekuningan dan akan cenderung warna tersebut melebar dan memenuhi seluruh daun. Kutu kebul menghasilkan jelaga atau embun madu. Jelaga ini merupakan medium yang baik bagi pertumbuhan jamur sehingga dengan adanya jamur yang tumbuh disekitar daun tersebut maka akan mengganggu tanaman dalam menerima cahaya matahari sehingga proses fotosintesisnya terganggu⁹¹. Jamur hanya melekat pada permukaan bawah daun karena hanya memanfaatkan embun madu yang dihasilkan kutu kebul yang terdapat dipermukaan atau bagian luar daun. Jamur tidak menyerang sel-sel pada daun sehingga tidak berkaitan dengan keritingnya daun tersebut⁹². Jamur yang sering tumbuh disekitar jelaga biasanya genus *Canodium*⁹³. Klorosis juga terjadi disebabkan oleh pembentukan klorofil terhambat karena laju pembentukan klorofil lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi klorofil. Total klorofil daun berkurang hingga 40 %⁹⁴. Hal tersebut karena dua hal yaitu luas membran tilakoid menurun dan volume

⁹⁰ Sudiono dkk., "Penyebaran dan Deteksi Molekuler Virus Gemini Penyebab Penyakit Kuning pada Tanaman Cabai di Sumatera," *J. HPT Tropika* 5 (September 2005): h. 116.

⁹¹ Nurtjahyani dan Murtini, "Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*)," h. 198.

⁹² Nurtjahyani dan Murtini, h. 198.

⁹³ Wiyono dkk., *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*, h. 128.

⁹⁴ Dhriti Bhattacharyya dkk., "A geminivirus betasatellite damages the structural and functional integrity of chloroplasts leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis," *Journal of Experimental Botany* 66 (25 Juni 2015): h. 5884., <https://doi.org/10.1093/jxb/erv299>.

kloroplas yang mengecil⁹⁵. Fotosintesis tidak dapat berjalan dengan optimal karena kloroplas yang mengecil sehingga penerimaan cahaya matahari tidak maksimal.⁹⁶

Daun menjadi rapuh dikarena struktur daun yang mulai rusak seperti epidermis dan floem. Dari hasil penelitian, epidermis pada daun sakit bentuknya tidak beraturan dengan dinding tebal (Gambar 18 dan Gambar 20). Sedangkan epidermis atas dan bawah daun sehat menunjukkan sel epidermis berbentuk lempengan dengan dinding tipis tersusun teratur dan stomata yang lebih jelas dan banyak dibandingkan dengan sesudah terserang kutu kebul (Gambar 17 dan Gambar 19). Rata-rata total diameter stomata pada epidermis atas dan bawah pada daun sehat ini sebesar 27.62 μm dan 25.07 μm (Tabel 4 dan Tabel 5). Jaringan epidermis memiliki beranekaragam bentuk namun sering dijumpai berbentuk lempengan⁹⁷.

Daun yang terserang virus akan mengalami penebalan pada bagian epidermis untuk bertahan dari serangan virus tersebut. Menurut Heni Susanti, Mukarlina dan Riza Linda, struktur daun yang terinfeksi terlihat mempunyai epidermis yang mengalami penebalan pada dindingnya⁹⁸. Tidak beraturannya diakibatkan oleh sel-sel yang mulai hyperplasia sehingga menjadi hipertrofi tak

⁹⁵ Funayama-Noguchi dan Terashima, "Effects of Eupatorium yellow vein virus infection on photosynthetic rate, chlorophyll content and chloroplast structure in leaves of Eupatorium makinoi during leaf development," h. 171.

⁹⁶ Funayama-Noguchi dan Terashima, h. 172.

⁹⁷ Susanti dan Linda, "Anatomi Daun dan Ranting Citrus nobilis L. var. microcarpa yang terserang Citrus Vein Phloem Degeneration," h. 54.

⁹⁸ Susanti dan Linda, h. 52.

terhenti hingga saling berdesakan⁹⁹. Sel epidermis yang saling berdesakan membuat sel yang ada disekitar epidermis seperti stomata juga terpengaruh. Sehingga diameter stomata pada epidermis atas dan bawah pada daun sakit lebih kecil dibandingkan dengan yang sehat yaitu sebesar 19.06 μm dan 18.92 μm (Tabel 4 dan Tabel 5).

Berdasarkan hasil pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya, floem pada daun yang sakit bentuknya tak beraturan dan mengalami nekrosis (Gambar 16). Sedangkan daun yang sehat, floemnya berbentuk panjang dengan batas jelas dengan kondisi dinding sel yang lebih rapi (Gambar 15). Ukuran sel-sel floem pada daun sehat lebih panjang dibandingkan dengan daun yang terserang kutu kebul yang dapat dilihat pada rata-rata total dari ketiga sampel yaitu sebesar 141.88 μm sedangkan pada daun sakit hanya sebesar 92.93 μm (Tabel 3).

Virus yang masuk ke dalam tubuh tumbuhan akan bereplikasi di dalam nukleus serta bergerak dari sel satu ke sel yang lainnya melalui plasmodesmata. Viron dari hasil replikasi dan *movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) bergerak dari sel ke sel hingga masuk ke dalam floem. *Movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) inilah yang berperan menyebarkan virus ke dalam tubuh tanaman. *Movement protein* (MP) dan *coat protein* (CP) bergerak melalui RE menuju *viral assembly site* kemudian masuk kedalam floem dan bergerak

⁹⁹ Albert dkk., "Morphological, Anatomical and Biochemical Studies on the Foliar Galls of *Alstonia scholaris* (Apocynaceae)," h. 349.

bersama aliran floem ke seluruh tubuh tumbuhan¹⁰⁰. Setelah memenuhi jaringan floem hingga membuat pembengkakan di jaringan tapis, pembengkakan tersebut membuat floem tertekan dan akhirnya rusak¹⁰¹.

C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Pendidikan ialah usaha manusia guna meningkatkan ilmu pengetahuan yang didapat baik dari lembaga informal maupun formal agar dapat mencapai kualitas yang diharapkan¹⁰². Pendidikan tidak dapat lepas dari bidang keilmuan lain khususnya psikologi. Pendidikan merupakan bidang yang memfokuskan kegiatannya pada proses transfer ilmu (proses belajar mengajar)¹⁰³. Menuntut Ilmu pendidikan sangat penting dan wajib banyak hadist dan al-qur'an yang menjelaskan hal tersebut. Allah SWT telah berfirman dalam QS. An-Nuur[24]: 51; QS. Thaaha[20]: 114; QS. Fathir[35]: 28; QS. Al-Mujadilah[58]: 11 dan QS. Al-Mulk[67]: 10 yang berbunyi:

إِنَّمَا كَانَ قَوْلَ الْمُؤْمِنِينَ إِذَا دُعُوا إِلَى اللَّهِ وَرَسُولِهِ لِيَحْكُمَ بَيْنَهُمْ أَنْ يَقُولُوا سَمِعْنَا وَأَطَعْنَا
 وَأُولَئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُونَ ﴿٥١﴾

Artinya: “Sesungguhnya jawaban orang-orang mukmin, bila mereka dipanggil kepada Allah dan Rasul-Nya agar Rasul menghukum (mengadili) di antara mereka ialah ucapan. "Kami mendengar, dan Kami patuh". dan mereka Itulah orang-orang yang beruntung”. (QS. An-Nuur[24]: 51)

¹⁰⁰ Ariyanti, “Mekanisme Infeksi Virus Cabai (Pepper Yellow Leaf Curl Virus) dan Pengaruhnya terhadap Proses Fisiologi Tanaman Cabai,” h. 683.

¹⁰¹ Svetlana Y. Folimonova dan Diann S. Achor, “Early Events of Citrus Greening (Huanglongbing) Disease Development at the Ultrastructural Level,” *Citrus Research and Education Center, University of Florida* 100 (27 April 2010): h. 956., <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-9-0949>.

¹⁰² Chairul Anwar, *Hakikat Manusia dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014), h. 73.

¹⁰³ Chairul Anwar, *Buku Terlengkap Teori-Teori Pendidikan Klasik hingga Kontemporer*, ed. oleh Yanuar Arifin (Yogyakarta: IRCiSoD, 2017), h. 13.

فَتَعَلَىٰ اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ إِلَيْكَ وَحْيُهُ ۚ وَقُلْ رَبِّ

زِدْنِي عِلْمًا ﴿١١٤﴾

Artinya: “Maka Maha Tinggi Allah raja yang sebenar-benarnya, dan janganlah kamu tergesa-gesa membaca Al qur'an sebelum disempurnakan mewahyukannya kepadamu, dan Katakanlah: "Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan”. (QS. Thaaha[20]: 114)

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ ۚ كَذَٰلِكَ إِنَّمَا تَحْشَىٰ اللَّهُ مِنْ عِبَادِهِ

الْعَلَمَتُ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

Artinya: “Dan demikian (pula) di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya, hanyalah ulama. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun”. (QS. Fathir[35]: 28)

يَتَأْتِيهِمُ الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ ۚ وَإِذَا

قِيلَ آذِنُوا فَآذِنُوا يُرَفِّعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا

تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

Artinya: “Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”. (QS. Al-Mujadilah[58]: 11)

وَقَالُوا لَوْ كُنَّا نَسْمَعُ أَوْ نَعْقِلُ مَا كُنَّا فِي أَصْحَابِ السَّعِيرِ ﴿١٠﴾

Artinya: “Dan mereka berkata: "Sekiranya Kami mendengarkan atau memikirkan (peringatan itu) niscaya tidaklah Kami Termasuk penghuni-penghuni neraka yang menyala-nyala” (QS. Al-Mulk[67]: 10)

Allah SWT mewajibkan kita untuk menuntut ilmu selaku manusia karena dengan berilmu akan mendatangkan kemudahan . Kita sebagai manusia harus taat pada setiap perintah Allah dan mendengarkan setiap larangannya. Allah juga memerintahkan setiap Nabi-Nya untuk meminta tambahan ilmu. Manusia

yang paling takut kepada Allah adalah yang berilmu. Manusia yang berilmu akan semakin mengenal Allah yang paling sempurna sehingga ia akan lebih memiliki sifat takut. Allah juga akan meninggikan orang yang berilmu, mengangkat derajatnya. Jika kita mempunyai ilmu niscaya akan terhindar dari hal yang mendatangkan keburukan maupun kejahatan.

Biologi ialah ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup dengan lingkungannya. Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang berperan sangat penting di muka bumi ini. Tumbuhan dapat menghasilkan oksigen yang sangat penting bagi manusia. Indonesia kaya akan tumbuhan yang bermanfaat bagi manusia baik sebagai obat, makanan maupun untuk memenuhi kebutuhan lainnya, misalnya tumbuhan cabai. Cabai merupakan salah satu jenis tanaman sayuran semusim yang menjadi sumber mineral dan vitamin. Akan tetapi, tumbuhan ini banyak diserang hama yaitu kutu kebul yang membuat produktivitas menurun dan penampakan daun yang berubah. Morfologi tanaman yang berubah khususnya daun, membuat struktur daun berubah. Epidermis, stomata dan floem yang mengalami perubahan membuat fungsi tanaman terganggu.

Struktur daun termasuk kedalam materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan kelas XI IPA semester ganjil pada Sekolah Menengah Atas. Struktur daun yang diteliti oleh peneliti diisi tentang struktur daun pasca serangan kutu kebul yang menyebabkan perubahan anatominya. Virus yang dibawa kutu kebul menyebabkan daun menjadi keriting, epidermis mengalami penebalan dan floem yang mengalami nekrosis. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi

rujukan petunjuk praktikum sesuai dengan rencana pembelajaran. Kompetensi dasar yang akan dicapai yaitu menyajikan data hasil pengamatan struktur jaringan dan organ pada tumbuhan. Oleh karena itu, penelitian ini sesuai untuk dijadikan sumber petunjuk praktikum yang relevan bagi materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa Struktur daun cabai besar (*Capsicum annum* L. var. taro) pasca serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) menunjukkan perubahan pada dinding epidermis yang mengalami penebalan, floem menjadi nekrosis, tersusun tidak rapi dan panjang floem yang lebih pendek serta stomata yang lebih sedikit dengan diameter yang lebih pendek dibandingkan dengan yang sehat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memberikan saran yaitu Perlunya dilakukan penelitian lanjutan dengan metode parafin guna mengetahui struktur mesofil.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda, Linda. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. 1 ed. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- Albert, Susy, Amee Phadiar, Dhara Gandhi, dan Priyanka Nityanand. "Morphological, Anatomical and Biochemical Studies on the Foliar Galls of *Alstonia scholaris* (Apocynaceae)." *Revista Brasil. Bot.* 34 (2011): 343–59.
- Anwar, Chairul. *Buku Terlengkap Teori-Teori Pendidikan Klasik hingga Kontemporer*. Disunting oleh Yanuar Arifin. Yogyakarta: IRCiSoD, 2017.
- . *Hakikat Manusia dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis*. Yogyakarta: SUKA-Press, 2014.
- Arfianto, Fahrudin. "Pengendalian Hama Kutu Putih (*Bemisa tabaci*) pada Buah Sirsak dengan Menggunakan Pestisida Nabati Ektrak Serai (*Cymbopogon nardus* L.)." *Fakultas Pertanian dan Kehutanan Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Palangkaraya* 5 (2018): 17–26.
- Ariyanti, Nur Aeni. "Mekanisme Infeksi Virus Cabai (Pepper Yellow Leaf Curl Virus) dan Pengaruhnya terhadap Proses Fisiologi Tanaman Cabai." dipresentasikan pada Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS, Yogyakarta, 2012.
- Bhattacharyya, Dhriti, Prabu Gnanasekaran, Reddy Kishore Kumar, Nirbhay Kumar Kushwaha, Veerendra Kumar Sharma, Mohd Aslam Yusuf, dan Supriya Chakraborty. "A geminivirus betasatellite damages the structural and functional integrity of chloroplasts leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis." *Journal of Experimental Botany* 66 (25 Juni 2015): 5881–95. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv299>.
- Campbell, Neil A., Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Chain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, dan Robert B. Jackson. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Disunting oleh Wibi Hardani dan Prinandita Adhika. Diterjemahkan oleh Damaring Tyas Wulandari. 8 ed. Jakarta: Erlangga, 2008.

- . *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Disunting oleh Wibi Hardani dan Prinandita Adhika. Diterjemahkan oleh Damaring Tyas Wulandari. 8 ed. Jakarta: Erlangga, 2008.
- Folimonova, Svetlana Y., dan Diann S. Achor. “Early Events of Citrus Greening (Huanglongbing) Disease Development at the Ultrastructural Level.” *Citrus Research and Education Center, University of Florida* 100 (27 April 2010): 949–58. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-9-0949>.
- Fried, George H., dan George J. Hademenos. *Schaum's Outlines Biologi*. Disunting oleh Amalia Safitri. Diterjemahkan oleh Damaring Tyas. Kedua. Jakarta: Erlangga, 2005.
- Funayama-Noguchi, Sachiko, dan Ichiro Terashima. “Effects of Eupatorium yellow vein virus infection on photosynthetic rate, chlorophyll content and chloroplast structure in leaves of Eupatorium makinoi during leaf development.” *CSIRO* 33 (2006): 165–75. <https://doi.org/10.1071/FP05172>.
- Gaswanto, Redy. “Identifikasi Gejala dan Kisaran Inang Enam Isolat Begomovirus Cabai di Indonesia” 26 (Desember 2016): 223–34.
- Hidayat, Purnama, Hazen Arrazie Kurniawan, Lutfi Afifah, dan Hermanu Triwidodo. “Siklus hidup dan statistik demografi kutu kebul Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipe B dan non-B pada tanaman cabai (Capsicum annuum L.).” *Indonesian Journal of Entomologi* 14 (November 2017): 143–51. <https://doi.org/10.5994/jei.14.3.143>.
- Meilin, Araz. *Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai serta Pengendaliannya*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2014.
- Nurhadi, dan Febri Yanti. *Buku Ajar Taksonomi Invertebrata*. 1 ed. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- Nurhayati, Mukarlina, dan Riza Linda. “Struktur Anatomi Akar, Batang dan Daun Anthurium plowmanii Croat., Anthurium hookeri Kunth. dan Anthurium plowmanii × Anthurium hookeri.” *Protobiont* 5 (2016): 24–29.

Nurtjahyani, Supiana Dian, dan Iin Murtini. “Karakterisasi Tanaman Cabai yang Terserang Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*).” *University Research Colloquium*, 2015, 195–200.

S., Chintkuntlawar P., Pramanik A., dan Chatterjee H. “Biology and Physical Measurements of Whitefly, *Bemisia Tabaci* (Gennadius) on Chilli in West Bengal, India.” *International Journal of Agriculture Sciences* 8, no. 49 (20 Juli 2016): 2063–65.

Santika, Adhi. *Agribisnis Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2004.

Saparinto, Cahyo. *Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Disunting oleh Fl. Sigit Suyantoro. 1 ed. Yogyakarta: ANDI, 2013.

Saparinto, Cahyo, dan Rini Susiana. *Panduan Praktis Menanam 51 Tanaman Obat Populer di Pekarangan*. Disunting oleh Maya. Yogyakarta: Lily Publisher, 2016.

SN, Darwis. *Dasar-dasar Ilmu Pertanian dalam Al-Qur'an*. Bandung: IPB Press, 2004.

Statistik Hortikultura, Subdirektorat. “Statistik Perusahaan Hortikultura.” *Badan Pusat Statistik*, 2016.

Sudiono, Nur Yasin, Sri Hendrastuti Hidayat, dan Purnama Hidayat. “Penyebaran dan Deteksi Molekuler Virus Gemini Penyebab Penyakit Kuning pada Tanaman Cabai di Sumatera.” *J. HPT Tropika* 5 (September 2005): 113–21.

Suriana, Netu. *Cabai: Sehat & Berkhasiat*. 1 ed. Yogyakarta: ANDI, 2013.

Susanti, Anna Astrid, Budi Waryanto, Dyah Riniarsi T., P. Hanny Muliany, Takariyana Heni A., Retno Suryani, Siti Nur Sholihah, dan Titin Agustina. *Statistik Pertanian*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2018.

- Susanti, Dian, Widyastuti Rahma, dan Ato Sulistyo. "Aktivitas Antifeedant dan Antioviposisi Ekstrak Daun Tithonia terhadap Kutu Kebul." *Agrosains* 17 (2015): 33–38.
- Susanti, Heni, Mukarlina, dan Riza Linda. "Anatomi Daun dan Ranting Citrus nobilis L. var. microcarpa yang terserang Citrus Vein Phloem Degeneration." *Protobiont* 3 (2014): 51–55.
- Syukur, Muhamad, Rahmi Yunianti, dan Rahmansyah Dermawan. *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*. Disunting oleh Febriani Ai Nurrohmah. Jakarta: Penebar Swadaya, 2016.
- Vaca-Vaca, Juan Carlos, Jhon Fredy Betancur-Perez, dan Karina Lopez-Lopez. "Distribucion y diversidad genetica de Begomovirus que infectan tomate (Solanum lycopersicum L.) en Colombia" XIV (Juli 2012): 60–76.
- Vebriansyah, Riefza. *Tingkatkan Produktivitas Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2018.
- Wahyuni, Ita. "Dinamika Populasi Hama Penghisap Daun dan Kejadian Gejala Serangan Geminivirus pada Tanaman Cabai (Capsicum annum L.) di Sembalun." *Fakultas Pertanian Universitas Mataram*, 2018.
- Widyawati, Nugraheni. *Cara Mudah Bertanam 29 Jenis Sayur dalam Pot*. Disunting oleh Nina Kenyar. 1 ed. Yogyakarta: ANDI, 2015.
- Wiyono, Suryo, Muhamad Syukur, Final Prajnanta, E. Gumbira Sa'id, dan Asep Harpenas. *Cabai: Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara*. Disunting oleh Febriani Ai Nurrohmah. 1 ed. Jakarta: AgriFlo, 2012.
- Yudiarti, Turrini. *Cara Praktis dan Ekonomis Mengatasi Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura*. 1 ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Yuliana, Purnama Hidayat, dan Dewi Sartiami. "Identifikasi Kutu Kebul (Hemiptera: Aleyrodidae) dari Beberapa Tanaman Inang dan Perkembangan Populasinya." *Perhimpunan Entomologi Indonesia* 3 (April 2006): 41–49.



LAMPIRAN

Lampiran 1

DOKUMENTASI ALAT DAN BAHAN



Mikroskop Binokuler
Listrik



Mikrometer Objektif



Cat Kuku Bening Merk
Implora



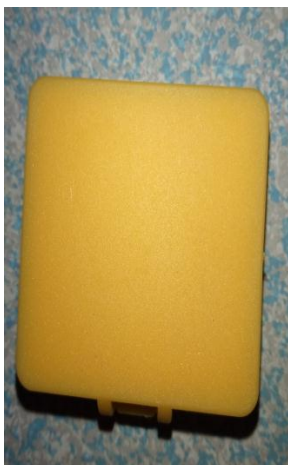
Jarum Pentul
1



Gelas Ukur 10 ml



Gelas Beker 250 m



Mikrometer Okuler



Pipet Tetes



Safranin



Bayclin



Alkohol 96 %



Plat tetes



Cawan Petri



Tisu



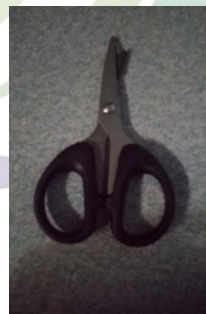
Gelas Objek



Cover Glass



Gabus Ubi kayu



Gunting



Tanaman Cabai Sehat



Tanaman Cabai Sakit



Kutu Kebul



Penggaris



Silet



Cutter



Putih Telur



Pisau



Palu



Kayu 15 cm



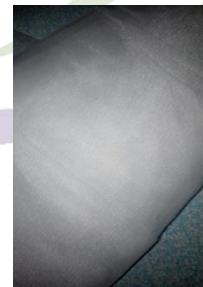
Bambu 40 cm



Benih Cabai



Mangkok



Kain Tile



Bibit Cabai



Pupuk Kandang



Arang



Tanah Subur



Pupuk NPK



Polybag



Sendok



Sekop



Selotop bening



Ember



Sarung Tangan Plastik

Lampiran 2

DOKUMENTASI PENELITIAN



Perendaman
Benih Cabai



Penanaman Benih



Bibit yang sudah
ditanam



Pengisian campuran tanah
Kedalam polybag



Penanam Bibit



Pemberian pupuk NPK



Bibit yang sudah disemai



Pembuatan Penyangga Kurungan



Tanaman Yang sudah Dikurungi kain
tile



Pengambilan Kutu kebul di Horti Park Tanaman Yang telah diberi kutu kebul



Sampel Tanaman Cabai Sehat yang diteliti



Sampel Tanaman Cabai sakit yang diteliti



Pengukuran panjang daun



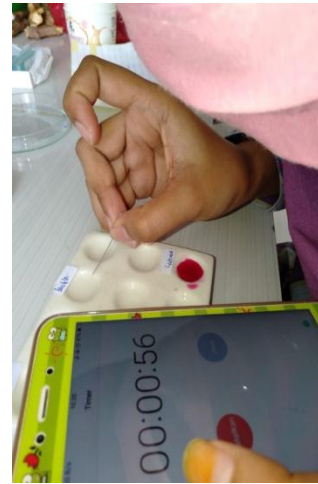
Persiapan Bahan



Pengenceran Safranin



Memasukkan tulang daun
kedalam belahan gabus



Tahap permurnian
Preparat



Meletakkan potongan yang telah dimurnikan kedalam objek gelas dan ditutup
dengan gelas penutup



Pemolesan cat kuku



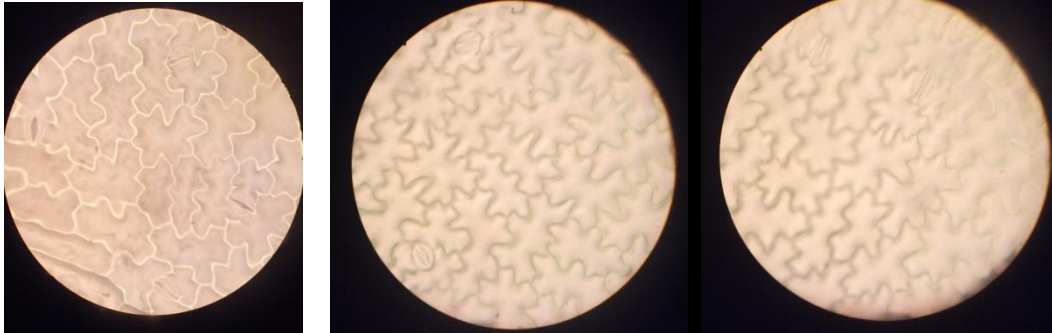
Penempelan selotip



Penempelan duplikat ke gelas
objek

Lampiran 3

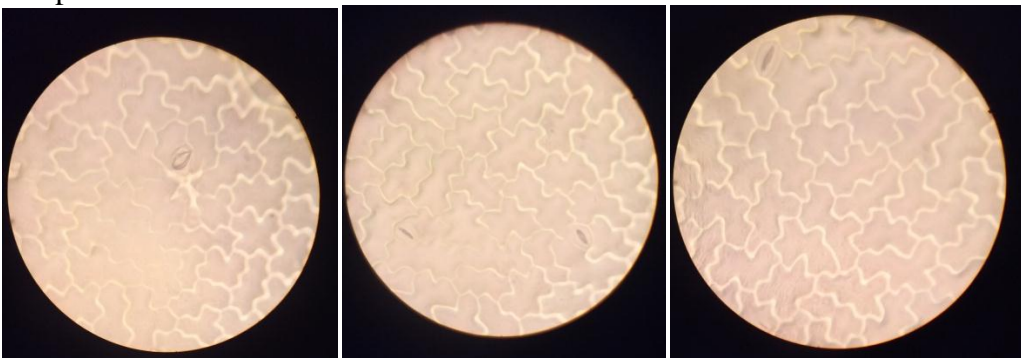
DOKUMENTASI HASIL PENGAMATAN MIKROSKOP

1. Epidermis Atas Daun Sehat
Sampel 1

Sampel 2

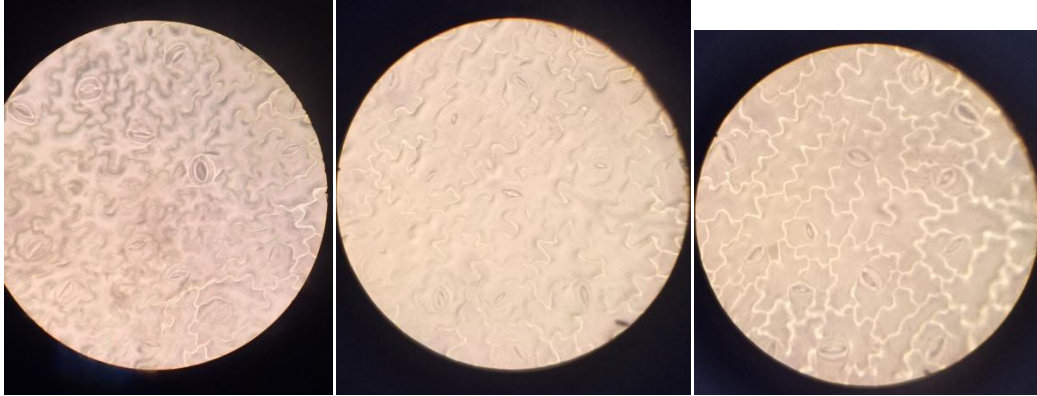


Sampel 3

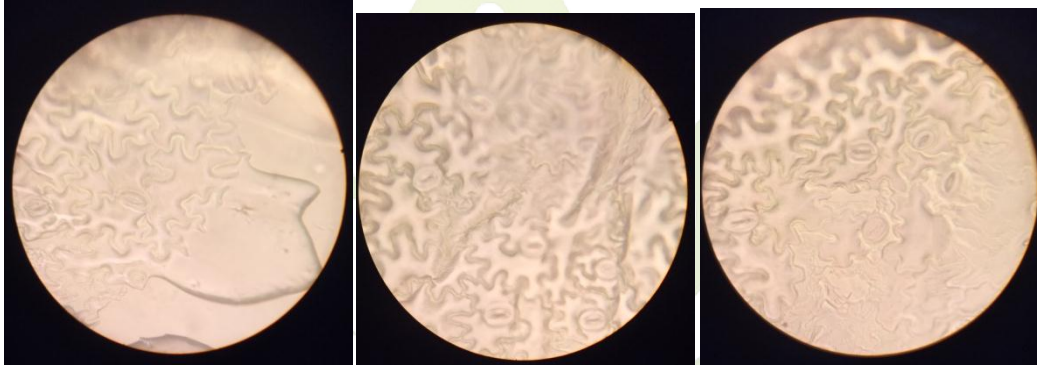


2. Epidermis Bawah Daun Sehat

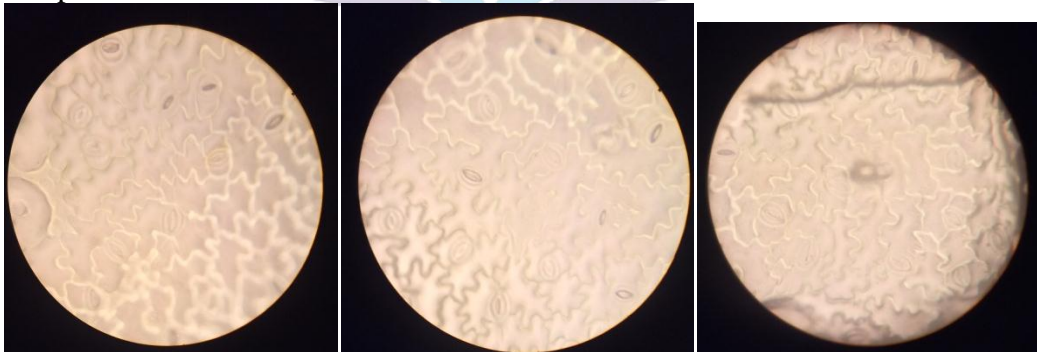
Sampel 1



Sampel 2

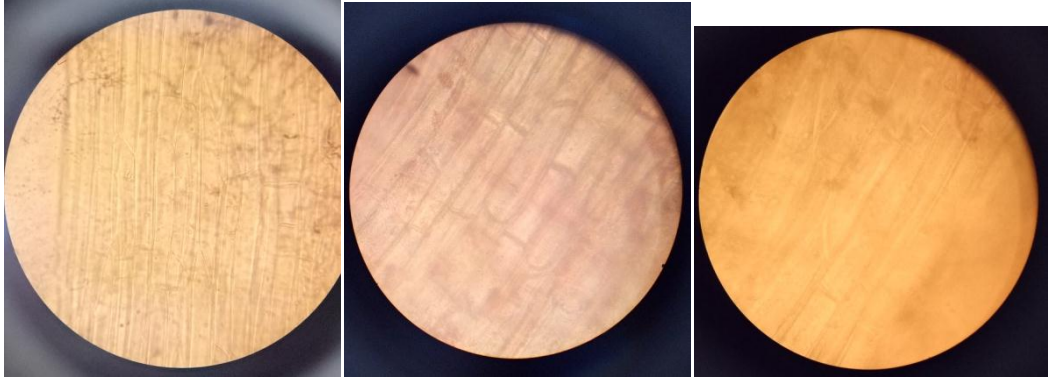


Sampel 3

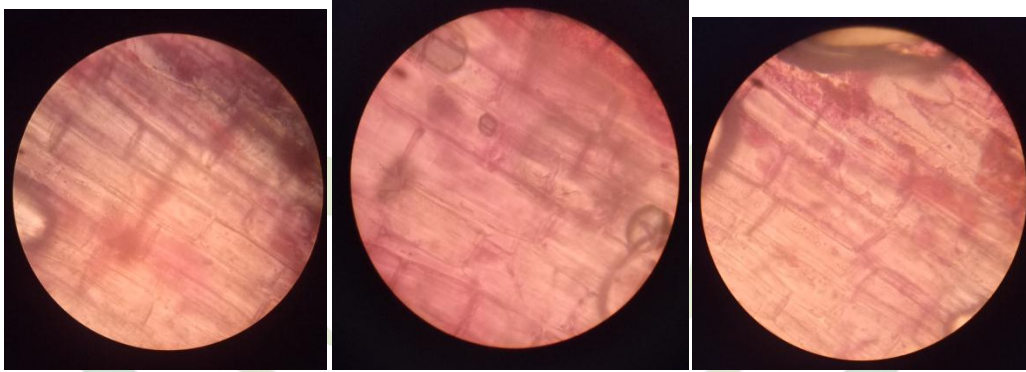


3. Floem sehat

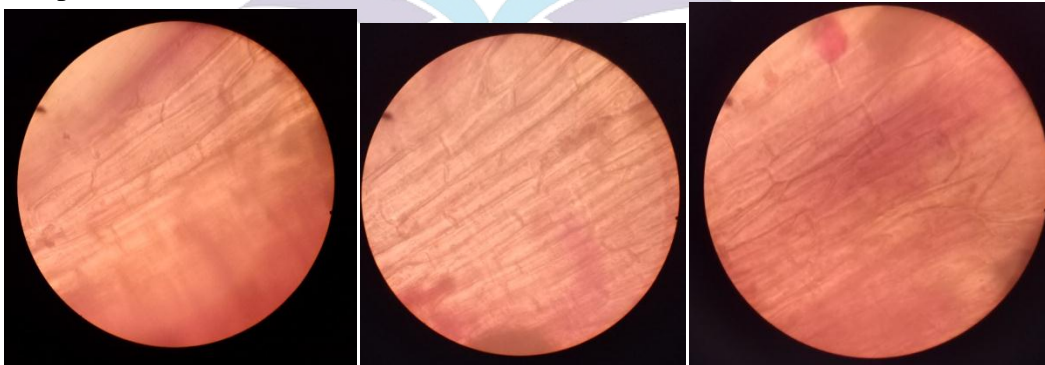
Sampel 1



Sampel 2

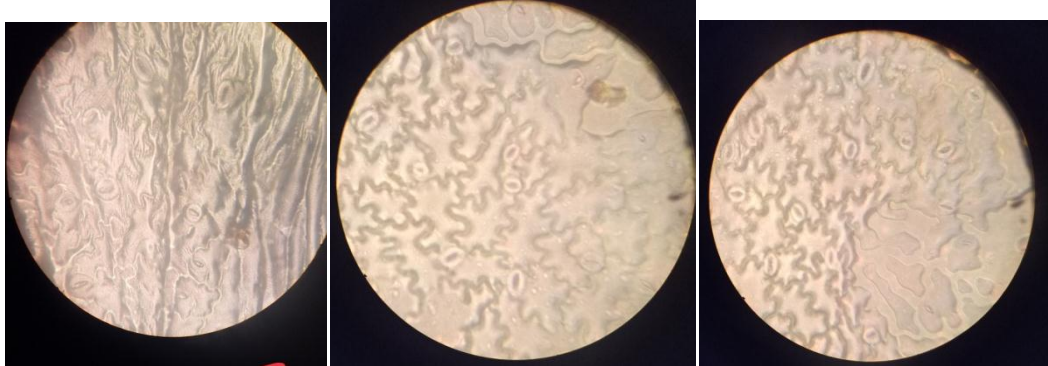


Sampel 3

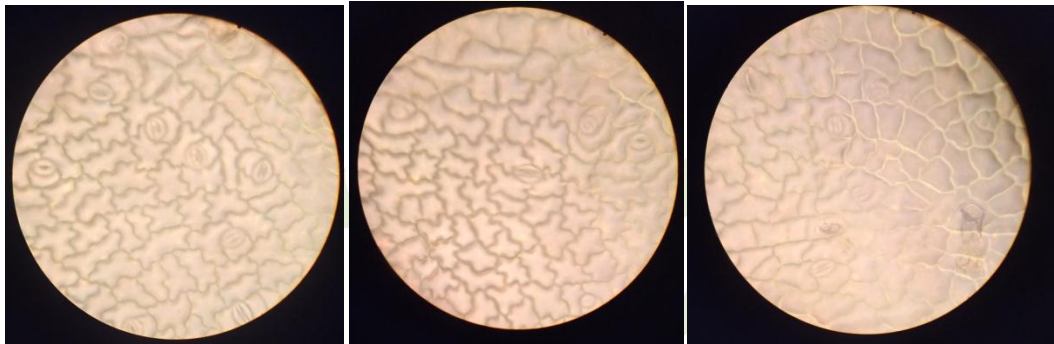


4. Epidermis Atas Daun Sakit

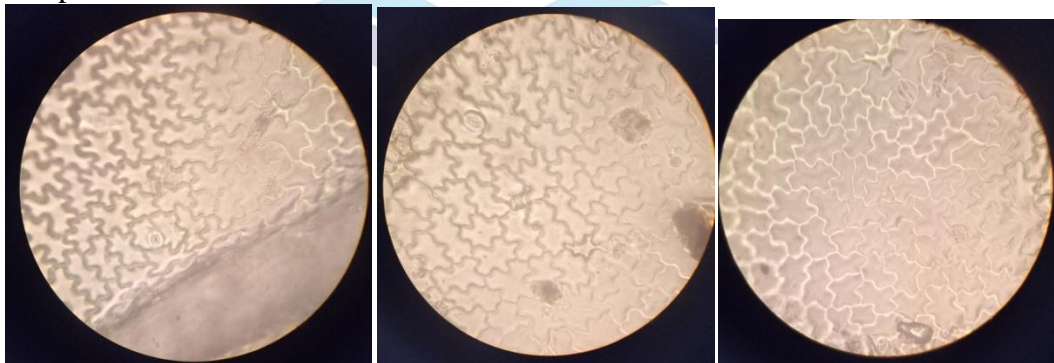
Sampel 1



Sampel 2

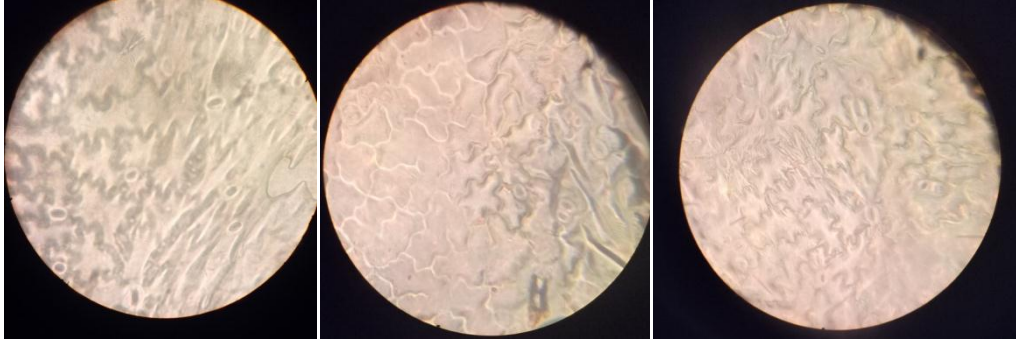


Sampel 3

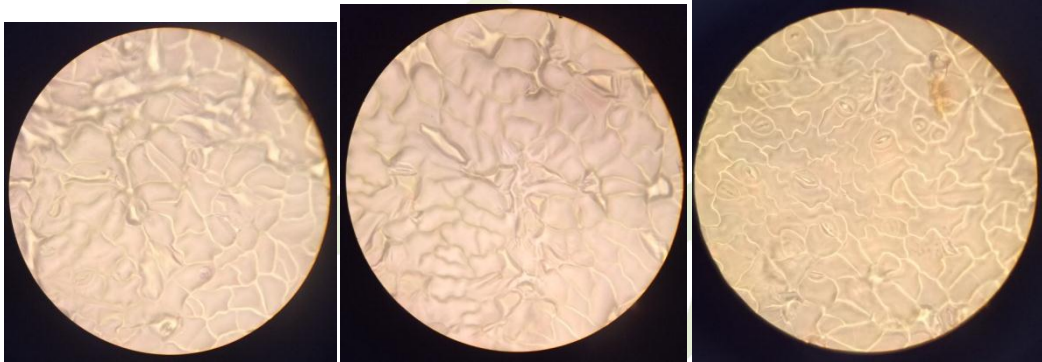


5. Epidermis Bawah Daun Sakit

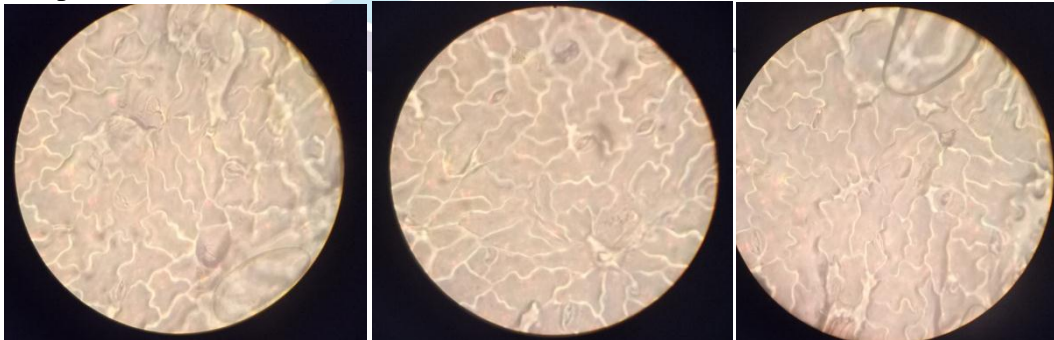
Sampel 1



Sampel 2

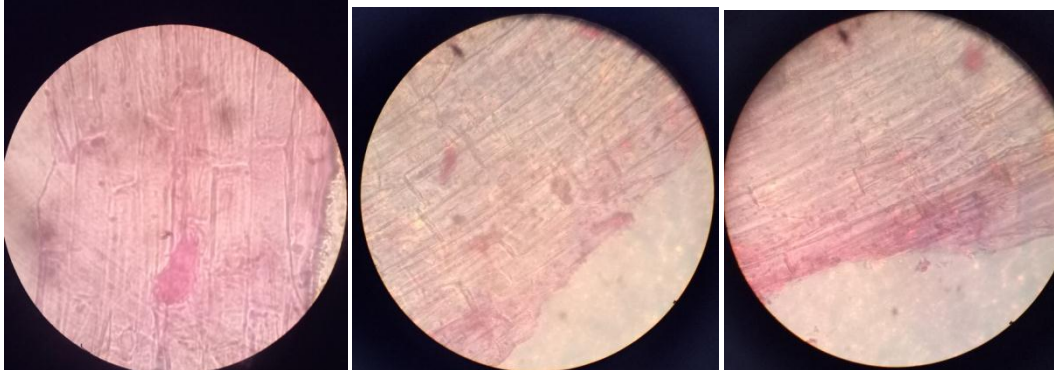


Sampel 3

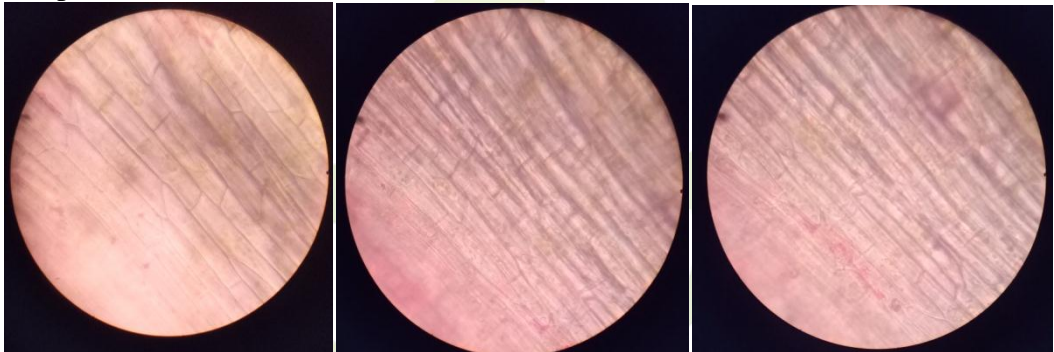


6. Floem Sakit

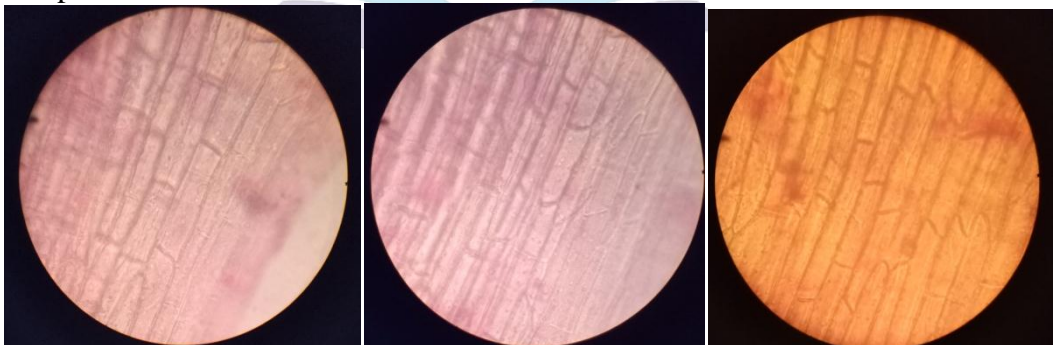
Sampel 1



Sampel 2



Sampel 3



Lampiran 4

PERHITUNGAN

Perhitungan Diameter Bidang Pandang

Untuk floem dan diameter stomata menggunakan perbesaran okuler 16 dan perbesaran objektif 4

$$\begin{aligned} PT_1 (\text{Total Perbesaran}) &= P \text{ okuler} \times P \text{ objektif} \\ &= 16 \times 4 \\ &= 64 \end{aligned}$$

Diameter Bidang pandang $D_1 = 2.89 \text{ mm}$ (dari perhitungan skala dengan bantuan micrometer objektif dan okuler)

Garis terhimpit : $38 = 100 \times 0.01 \text{ mm}$

$$38 = 1 \text{ mm}$$

$$1 \text{ garis} = 0.0263157895 \text{ mm}$$

Diameter bidang pandang $110 \text{ garis} \times 0.0263157895 \text{ mm} = 2.89 \text{ mm}$

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

$$\begin{aligned} PT_2 (\text{Total Perbesaran}) &= P \text{ okuler} \times P \text{ objektif} \\ &= 16 \times 40 \\ &= 640 \end{aligned}$$

Sehingga D_2 yang dicari :

$$\begin{aligned} D_1 \times PT_1 &= D_2 \times PT_2 \\ 2.89 \text{ mm} \times 64 &= D_2 \times 640 \\ 184.96 \text{ mm} &= 640 D_2 \\ D_2 &= \frac{184.96 \text{ mm}}{640} \\ &= 0.289 \text{ mm} \\ &= 289 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil ini digunakan untuk menghitung panjang floem dan diameter stomata dengan aplikasi ImageJ

Perhitungan panjang floem dan diameter stomata

1. Sehat

A. Sampel pertama

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	35.179	193.95 5	177	210.52 3	- 92.121	174.258
2	37.616	199.14 3	167.33 3	214.88 7	- 92.231	186.373
Jumlah						360.631
Rata-rata						180.315 5

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	14.101	202.79 1	181.35	222.63 2	55.337	113.499
2	17.152	186.60 5	149.60 1	213.86	55.109	138.028
Jumlah						251.527
Rata-rata						125.763 5

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	20.066	182.61 2	159.53 5	192.49 9	- 121.26 4	162.101
2	22.162	174.57 3	138.95	186.54 2	- 120.39 3	178.996
Jumlah						341.097
Rata-rata						170.548 5

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 158.8758 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.593	180.859	163.333	226.743	87.825	29.139
2	3.079	184.282	169.719	204.122	152.676	24.893
3	3.442	173.864	158.191	210.667	146.31	27.908
4	3.291	196.183	173.927	209.582	139.485	26.666
Jumlah						108.606
Rata-rata						27.1515

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.178	206.763	16.641	228.99	158.039	25.155
2	3.383	206.813	162.667	218.035	119.445	26.791
Jumlah						51.946
Rata-rata						25.973

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.298	212.022	197.077	220.199	-112.62	26.13
2	4.056	208.57	195.58	227.188	63.034	32.136
Jumlah						58.266
Rata-rata						29.133

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 27.41917 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.722	196.225	175.723	217.614	45.707	21.553
2	2.533	209.588	181.309	238.786	172.476	20.116
3	3.445	180.91	155.38	218.33	-82.093	27.352

		6	4	3		
4	3.272	181.19	155.09	215.74 2	-9.189	25.92
5	3.555	186.12 4	150.75 5	213.50 7	158.90 8	28.231
6	3.068	201.56 8	160.83 7	224.12 1	112.07 5	24.363
7	3.083	201.58 4	179.53 5	226.84 2	24.201	24.477
8	2.627	202.19 6	165.40 3	219.65	161.34 6	20.784
9	3.194	202.61 4	190.42 7	219.88	45.603	25.278
10	3.319	193.93 9	157.63	228.48 5	153.67 9	26.308
11	3.351	198.01 2	171.44 7	229.27 2	139.98 6	26.53
12	2.958	215.24 4	184.99 8	229.33 3	126.74 7	23.48
13	3.54	172.51	146.70 8	220.91 7	148.86 1	28.136
Jumlah						322.528
Rata-rata						24.8098 5

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.923	200.60 9	179.76 8	220.45 2	-36.314	24.48
2	2.866	175.63 2	80.333	208.97 8	52.224	24.054
3	2.499	203.20 7	181.83 7	216.87 9	-7.853	20.872
4	3.092	202.49 3	183.74 5	221.90 5	-13.782	25.939
5	2.09	201.73 2	174.01 5	220.43 7	101.00 4	17.432

6	2.753	202.37 7	174.68	225.31 4	133.74 6	23.028
7	2.739	205.28	183.60 8	219.37 3	-84.053	22.939
8	2.528	199.47 9	180.81 8	215.75 3	-135	21.174
9	2.641	195.81 8	170.30 6	214.41 7	127.11 7	22.055
10	3.092	197.50 1	184.93 7	210.20 5	-70.735	25.931
Jumlah						227.90 4
Rata-rata						22.790 4

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.785	187.50 2	165.22 8	216.52 5	133.75 5	23.27
2	2.615	201.36 2	175.34 2	220.37 5	111.10 5	21.85
3	3.439	195.87 2	168.16 6	222.79 5	10.049	28.693
4	2.757	192.36 6	170.08 6	216.99 6	-41.855	23.047
5	2.544	193.38 1	169.56 6	223.33 3	-5.807	21.209
6	3.254	196.56 8	175.78 1	226	39.13	27.201
7	2.487	188.96 9	170.91 4	209.96 7	49.185	20.791
8	3.212	174.60 4	156.91 8	198.03 5	121.35 7	26.803
9	2.984	167.09	151.19	203	-40.333	24.865
10	3.411	190.38	159.97 3	208.12 1	-17.526	28.502
11	3.098	187.75 5	165.79 2	213.17 7	-65.556	25.927
Jumlah						272.158
Rata-						24.7416

rata						4
------	--	--	--	--	--	---

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 24.11396 μm

B. Sampel Kedua

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	15.207	172.19 7	144.42 9	183.66 7	- 34.937	124.457
2	19.259	167.17 5	141.14 3	183.14	- 32.607	157.628
Jumlah						282.085
Rata-rata						141.042 5

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	19.247	160.05	113.36 8	187.05 9	147.07	162.87 6
2	16.362	172.15 4	146.42 2	187.88 1	149.23 7	138.48 5
Jumlah						301.36 1
Rata-rata						150.68 1

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	19.843	168.542	112.286	193.311	-37.875	167.424
2	12.523	184.69	150.772	204.078	-35.329	105.669
Jumlah						273.093
Rata-rata						136.5465

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 145.8615 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.526	198.647	176.666	217.759	101.659	30.079
2	3.84	204.393	178.2	226	179.182	32.735
Jumlah						62.814
Rata-rata						31.407

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.491	186.182	164.075	209.968	-91.848	29.379
2	3.673	194.55	174.168	212.092	150.69	30.959
Jumlah						60.338
Rata-rata						30.169

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.181	170.342	146.44	201	17.475	26.807
2	2.803	186.76	148.472	208.063	-79.592	23.59
Jumlah						50.397
Rata-rata						25.1985

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 28.92483 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.475	203.772	186.183	213.613	-26.565	29.466

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.142	193.252	169.119	211.159	25.53	26.379
2	3.099	192.075	163.409	217.44	3.918	25.996

3	2.749	195.122	175.949	223.333	0.881	23.096
4	2.749	195.122	175.949	223.333	0.881	23.096
5	2.805	204.424	186	220.84	-4.332	23.516
Jumlah						122.083
Rata-rata						24.4166

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.014	191.227	174.643	214.67	-6.226	25.788
2	2.702	203.248	187.667	211.333	45	23.071
3	2.322	185.143	164.672	209.392	43.091	19.786
4	3.096	186.389	162.655	205.667	104.281	26.453
5	3.707	187.728	163.942	215	13.627	31.654
Jumlah						126.752
Rata-rata						25.3504

Rata-rata dari ketiga bidang: 26.411 μm

C. Sampel Ketiga

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	16.737	175.295	130.565	191.305	146.853	139.934
2	18.781	173.668	147.007	189.621	149.216	156.974
Jumlah						296.908
Rata-rata						148.454

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	10.762	176.86	153.169	204.004	148.647	87.201
2	17.693	183.874	160.671	196.331	143.958	143.328
Jumlah						230.529

Rata-rata						115.2645
-----------	--	--	--	--	--	----------

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	12.5	172.47	158.667	184.333	30.651	104.735
2	11.136	145.741	127.379	157.586	31.416	93.29
Jumlah						198.025
Rata-rata						99.0125

Rata-rata dari ketiga pandang pandang: 120.9103 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.903	194.474	161.311	213.511	-136.637	23.922

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.301	187.938	162.595	217.667	-34.509	27.673
2	3.117	191.851	171.561	221	-52.4	26.084
Jumlah						53.757
Rata-rata						26.8785

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.944	173.472	155.816	195.164	-112.452	32.065

Rata rata dari ketiga bidang pandang : 27.62183 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.255	201.973	182.419	222	-47.161	27.006

2	2.794	197.417	181.123	214.781	101.659	23.161
3	3.154	207.162	187.031	218.278	-97.907	26.172
4	3.543	171.273	143.352	197	40.525	29.368
5	2.766	194.013	183.82	217	28.179	22.874
6	2.708	170.661	143.268	206.667	18.726	22.43
7	3.111	180.03	156.124	201.147	65.225	25.776
8	2.91	196.433	177.432	212.833	63.435	24.153
9	3.399	178.902	151.044	204.64	4.399	28.167
Jumlah						229.107
Rata-rata						25.45633

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.968	210.103	194.333	229.33	-79.695	24.395
2	3.6	206.123	172.363	218.478	-26.25	29.6
3	2.998	220.412	197.667	234.054	117.324	24.56
4	3.277	203.259	186.617	226.5	-92.322	26.933
5	2.586	225.259	211	234.806	109.058	21.162
6	2.968	205.814	176.642	227.252	-9.462	24.333
7	2.748	214.539	203.844	219.844	129.094	22.492
8	3.012	184.424	159.687	212.236	114.305	24.74
9	3.027	206.35	186.084	216.915	52.125	24.879
10	2.968	209.947	198.051	218.9	-72.646	24.385
11	3.145	207.285	176.333	221.291	-99.728	25.828
Jumlah						273.307
Rata-rata						24.84609

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.814	181.807	160.302	212.714	-95.826	23.486
2	2.743	184.642	168.292	211.333	179.105	22.891
3	2.956	198.795	185.09	210.815	145.62	24.699
4	3.297	208.296	194.769	217.57	105.843	27.509
5	3.453	210.245	188.54	221.534	-31.329	28.888
6	2.572	205.617	192.267	222.383	-89.045	21.46

7	2.757	209.208	197.127	231.092	-37.405	22.961
8	2.416	182.08	139.333	194.142	112.932	20.192
9	2.586	212.728	203.403	223.194	160.665	21.603
Jumlah						213.689
Rata-rata						23.74322

Rata-rata dari ketiga bidang: 24.68188

2. Sakit

A. Sampel pertama

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	16.569	198.826	181.532	222.333	-90.824	135.689
2	17.879	199.422	172.18	225.333	-91.337	146.452
Jumlah						282.141
Rata-rata						141.0705

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	10.689	188.955	148.489	219.272	31.353	86.905
2	13.422	193.806	163.015	220.987	37.128	109.113
Jumlah						196.018
Rata-rata						98.009

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	11.967	197.78 1	166.66 7	218.80 2	26.31	97.99
2	10.85	177.62 7	149.66 7	204.32 1	- 154.98 3	88.856
Jumlah						186.84 6
Rata-rata						93.423

Rata-rata dari ketiga bidang pandang : 110.81 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	4.048	211.47 6	182.33 3	232.11	24.775	18.53
2	2.978	203.06	166.81	225.86 6	-37.235	13.546
3	4.374	178.78 6	158.66 7	215.66 7	154.53 7	20.069
4	4.048	202.03 5	180.41 1	235.61 2	45.939	18.611
5	5.444	176.33 7	159.29 4	221.99 9	122.32	25.014
Jumlah						95.77
Rata-rata						19.154

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	1.676	181.37 7	164.04	205.48 4	26.565	13.37
2	2.514	203.75	176.90 5	228.58 6	136.50 7	20.09
3	1.366	220.02 5	207.65 3	235.46	-15.945	10.882
4	1.753	191.87 5	170.59 7	223	126.25 4	13.903
5	1.753	199.54 1	180.98 5	221.68 3	-7.696	13.953
6	2.452	198.07 2	171.57 1	230.89 6	26.075	19.554
7	2.716	194.41 5	170.03 4	227.20 7	-91.975	21.688
Jumlah						113.44
Rata-rata						16.2057 1

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.004	184.39	163.33 7	211.92 6	101.97 6	16.379
2	1.724	190.43 8	166.07 5	230.33 3	-15.945	14.139
3	1.974	191.73 2	167.46 4	215.66 7	-57.265	16.162
4	2.313	192.21 3	166.12 8	226.14 5	-88.531	18.942
5	2.254	200.94 4	174.84 2	231.75 4	-85.486	18.508
6	1.577	186.17 8	169.41 2	218.68 3	19.799	12.901
7	2.092	174.58	157.58 1	199.67 5	25.115	17.16
8	3.404	174.55	141.97 7	201.58 6	107.17 6	27.951
Jumlah						142.142
Rata-rata						17.7677 5

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 17.70915 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	3.419	180.80 5	170.89 9	217	157.89 1	15.266
2	2.979	192.20 6	169.87 8	219	-129.56	13.186
3	2.979	181.64 7	167.48 9	229.86 7	150.01 8	13.267
4	3.956	174.50 2	154.86 7	208.46 7	-1.432	17.685
5	5.03	188.39 5	158.19 6	231.27 5	-88.877	22.546

Jumlah						81.95
Rata-rata						16.39

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.234	192.44 1	171.01 6	207.18 6	14.621	17.764
2	1.955	192.6	171.17 3	210.28 5	-47.603	15.517
3	1.024	186.00 6	169.72 2	213.66 7	68.199	8.049
4	1.707	175.20 5	160.46 2	191.69 1	116.09 5	13.592
5	1.598	173.66 3	159.36 1	202.54 9	149.42 1	12.732
6	1.567	182.21 6	163.67 3	197.90 6	141.52	12.411
Jumlah						80.065
Rata-rata						13.3441 7

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.204	194.393	162.386	211.437	-44.465	18.222
2	2.03	190.241	175.489	213.882	105.832	16.772
3	1.624	186.637	160.179	213.773	68.962	13.418
4	1.798	193.823	173.246	210.233	-76.866	14.838
5	1.566	195.753	173.179	215.871	-55.713	12.825
6	1.697	201.303	181.071	224.26	-80.049	13.937
Jumlah						90.012
Rata-rata						15.002

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 14.91206 μm

B. Sampel Kedua

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	11.324	197.079	163.667	219.131	-49.816	93.609
2	10.332	183.713	152.751	204.325	-52.352	85.439
Jumlah						179.048
Rata-rata						89.524

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	10.068	200.177	170.52	221.798	-51.843	84.63
2	9.165	170.46	144.319	189.477	-50.511	76.989
Jumlah						161.619
Rata-rata						80.8095

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	8.405	191.671	152.667	215.689	134.789	69.443
2	9.178	204.909	185.156	218.798	136.161	75.864
Jumlah						145.307
Rata-rata						72.6535

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 80.99567 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.589	201.454	190.848	213.131	106.699	20.737
2	2.866	210.167	192.667	218.901	29.899	22.912
3	2.558	208.717	187.061	223.435	-75.964	20.474
4	2.574	206.99	189.667	225.052	-80.311	20.654
5	2.836	193.121	178.667	204.981	-23.199	22.69
6	2.682	187.446	160.513	208.745	-5.315	21.444
Jumlah						128.911

Rata-rata						21.48517
-----------	--	--	--	--	--	----------

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.514	178.927	150.685	201.624	-2.083	20.319
2	2.196	194.63	174.25	204.5	-48.366	17.782
3	3.18	190.714	182.807	197.981	-12.44	25.708
Jumlah						63.809
Rata-rata						21.26967

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.716	216.124	203	226.937	24.842	21.929
2	2.022	211.59	205.193	217.045	22.521	16.357
3	2.414	202.462	186.522	216.222	-78.056	19.587
4	3.063	182.508	167.303	195.171	101.976	24.863
5	3.154	189.427	176.667	197.408	-24.717	25.558
Jumlah						108.294
Rata-rata						21.6588

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 21.47121 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.249	202.266	186.155	214.969	-77.347	18.324
2	2.604	203.326	189.929	212.325	34.509	21.254
Jumlah						39.578
Rata-rata						19.789

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.693	200.965	181.656	227	-1.848	22.334

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.179	175.582	160.266	201	17.021	18.229
2	2.292	197.063	163.916	236	-40.486	19.176
3	2.236	191.656	163.989	220.282	-56.611	18.746
4	2.531	186.317	166.235	208.854	-24.842	21.168
5	2.657	193.272	181.758	208.667	-22.479	22.329
6	2.306	214.099	194.346	232.534	-47.231	19.383
7	2.7	198.959	175.124	226.88	26.162	22.591
8	1.982	201.443	193.667	217	-64.537	16.548
Jumlah						158.17
Rata-rata						19.77125

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 20.63142 μm

C. Sampel Ketiga

a. Floem

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	7.704	199.044	176.281	217.667	67.126	65.355
2	11.079	176.544	148.292	203.23	66.125	94.146
Jumlah						159.501
Rata-rata						79.7505

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	11.527	189.219	145.841	218.667	-	97.933
2	12.854	174.595	151.947	192.56	-	109.167
Jumlah						207.1
Rata-rata						103.55

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	9.647	155.994	134.96	171.237	70.369	80.128

2	9.041	167.852	143.667	175.133	71.333	75.094
Jumlah						155.222
Rata-rata						77.611

Rata-rata dari ketiga pandang : 86.9705 μm

b. Stomata pada Epidermis Atas

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	1.815	205.513	167.614	239.11	-78.111	14.51

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.422	176.978	153.14	210.155	-54.834	19.744
2	2.482	194.45	168.835	218.256	-27.031	20.179
Jumlah						39.923
Rata-rata						19.9615

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.306	176.668	156.405	194.508	-56.689	19.568

Rata-rata dari ketiga bidang pandang: 18.01317 μm

c. Stomata pada Epidermis Bawah

1. Bidang pandang pertama

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.69	178.645	157.365	203.841	41.1	22.382
2	2.175	191.974	162.84	219.887	50.631	18.104
3	2.833	181.619	162.239	211.333	37.569	23.543
4	2.876	197.01	167.164	220.346	82.235	23.904
Jumlah						87.933
Rata-rata						21.98325

2. Bidang pandang kedua

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.591	173.334	154.935	192	58.717	21.818
2	2.493	188.899	172.93	221.952	-14.349	20.952
3	2.145	202.092	181.451	223.524	-42.879	18.037
4	2.326	201.145	178.305	222.329	1.38	19.596
5	2.883	189.537	166.809	219.477	-	24.302
6	2.27	174.243	153.787	192.025	-	19.169
Jumlah						123.874
Rata-rata						20.64567

3. Bidang pandang ketiga

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	2.569	186.989	158.802	223.667	68.325	20.697
2	2.432	192.951	164.61	215.231	61.504	19.64
3	2.326	217.787	189.216	234.317	103.671	18.779
4	2.888	192.684	166.479	210.469	-76.551	23.325
5	2.843	187.266	162.967	216.052	85.057	22.935
Jumlah						105.376
Rata-rata						21.0752

Rata-rata dari ketiga bidang pandang adalah 21.23471 μ m

Lampiran 5

PETUNJUK PRAKTIKUM
JARINGAN DAUN PADA TANAMAN CABAI BESAR

A. Pendahuluan

Daun pada mayoritas tumbuhan vaskular merupakan organ fotosintetik utama. Bentuk daun sangat bervariasi, biasanya terdiri dari helaian daun dengan tangkai daun yang menyambungkan daun ke batang pada nodus. Monokotil mempunyai urat daun yang paralel di sepanjang helaian daun. Eudikotil biasanya memiliki jejaring urat daun yang bercabang-cabang. Setiap organ tumbuhan seperti daun mempunyai jaringan demis, dasar dan vaskular. Ketiga jaringan tersebut membentuk sebuah sistem jaringan. Sistem jaringan merupakan sebuah unit fungsional yang menghubungkan semua organ tumbuhan. Setiap sistem jaringan mempunyai karakteristik spesifik yang bervariasi setiap organnya.

Lapisan pelindung terluar dari tumbuhan membentuk sistem jaringan dermis. Jaringan tunggal ditemukan pada tumbuhan tak berkayu yang biasa kita sebut dengan epidermis. Epidermis terdiri atas selapis sel yang tersusun rapat. Pada daun terdapat lapisan berlilin pada permukaan epidermis yang kita sebut dengan kutikula. Kutikula berfungsi membantu mencegah kehilangan air. Rintangan epidermis diselingi oleh stomata. Hadirnya stomata memungkinkan terjadi pertukaran gas antara udara sekitar dan sel-sel fotosintetik di dalam daun. Stomata juga menjadi jalur utama penguapan air. Pada stomata terdapat sebuah pori yang diapit oleh dua sel penjaga. Sel penjaga ini mengatur pembukaan dan penutupan pori tersebut.

Daun hampir selalu tersusun atas epidermis atas dan epidermis bawah. Di bawah epidermis atas terdapat mesofil. Mesofil merupakan jaringan dasar pada daun. Mesofil terdiri atas sel parenkim yang terspesialisasi untuk fotosintesis. Daun eudikotil mempunyai dua macam mesofil yaitu *mesofil palisade* dan *mesofil spons*. *Mesofil palisade* terdiri dari satu atau beberapa lapisan sel parenkim yang memanjang di bagian

paling atas daun. Di bawah *Mesofil palisade* terdapat *mesofil spons*. *Mesofil spons* tersusun atas sel parenkim yang lebih longgar dengan labirin rongga udara sebagai tempat CO₂ dan O₂ bersirkulasi di sekitar sel-sel dan naik ke *mesofil palisade*.

Jaringan vaskular daun bersambungan jaringan vaskular yang ada pada batang. Urat daun merupakan berkas vaskular daun yang terbagi-bagi dan bercabang ke seluruh jaringan mesofil. Jaringan ini mendekatkan xilem dan floem dengan jaringan fotosintetik. Struktur vaskular berfungsi sebagai rangka yang memperkuat bentuk daun. Urat daun dilindungi oleh seludang berkas yang terdiri dari satu atau beberapa lapis sel. Urat daun biasanya terdiri atas sel-sel parenkim.

Xilem tersusun atas dua tipe sel utama yaitu trakeid dan pembuluh. Trakeid dan pembuluh merupakan sel-sel panjang yang berbentuk pita dan mati saat dewasa secara fungsional. Trakeid adalah sel yang tipis dan panjang dengan ujung meruncing. Dinding sekunder trakeid diperkeras dengan adanya lignin. Trakeid ditemukan hampir pada semua tumbuhan vaskular. Pada tumbuhan angiosperma ditemukan unsur pembuluh pada xilem. Unsur-unsur pembuluh umumnya lebih pendek, lebih lebar, kurang meruncing dan berdinding tipis bila dibandingkan dengan trakeid. Unsur pembuluh tersusun dengan ujung-ujung yang bersangkutan sehingga membentuk pipa mikro yang panjang. Pipa mikro yang panjang inilah yang kita sebut dengan pembuluh. Dinding ujung dari unsur pembuluh mempunyai lempeng yang memiliki lubang-lubang.

Floem tersusun atas dua tipe sel yaitu sel tetangga (sel pendamping) dan sel tapis. Sel-sel pada floem tetap hidup saat dewasa secara fungsional. Pada floem angiosperma, nutrisi ditranspor melalui pembuluh tapis yang terdiri dari rangkaian sel-sel yang disebut dengan unsur pembuluh tapis. Unsur pembuluh tapis tidak mempunyai nukleus, vakuola, ribosom dan unsur sitoskeletal. Dinding ujung diantara unsur pembuluh tapis disebut lempeng tapis. Lempeng tapis mempunyai pori-pori yang memfasilitasi aliran cairan dari sel ke sel di sepanjang pembuluh tapis. Disamping unsur pembuluh tapis terdapat sel pendamping yang

merupakan sebuah sel nonpengangkut. Sel pendamping terhubung dengan unsur pembuluh tapis oleh banyak saluran yang disebut plasmodesmata. Ribosom dan nukleus yang dimiliki oleh sel pendamping juga berguna untuk unsur pembuluh tapis yang ada di sampingnya.

B. Tujuan

Menjelaskan perbedaan struktur daun yang sehat dan sakit dilihat dari floem dan epidermisnya

C. Alat dan Bahan

Mikroskop listrik binokuler, silet, cutter, pipet tetes, gelas penutup dan gelas objek, gelas beker, cawan petri, plat tetes, jarum pentul, putih telur, cat kuku bening Merk Implora, selotip bening, alkohol 96 %, safranin (gram 4 *fuchin stain* 18 ml), *bayclin* dan empulur ubi kayu.

D. Langkah Kerja

A. Untuk Pengamatan Epidermis

1. Bersihkan daun yang akan diamati
2. Ambil kuas cat kuku yang telah disediakan untuk memoles sebagian atas daun
3. Setelah kering, tempelkan selotip bening kebagian daun yang telah diberi cat kuku tersebut dan tarik dengan cepat
4. Tempelkan hasil replika keatas gelas objek
5. Letakkan preparat tersebut ke dalam meja mikroskop dan siap diamati.
6. Ulangi langkah tersebut untuk mengamati daun yang sakit.
7. Gambarkan hasil pengamatan dan beriketerangan pada jaringan yang terlihat kemudian bandingkan dengan pengamatan daun yang sakit

B. Untuk Pengamatan Floem

1. Bersihkan daun yang akan diamati
2. Ambil tulang daun dan potong secara membujur serta pastikan permukaan yang dipotong tersebut rata.
3. Potonglah tulang daun dengan sayatan membujur dengan posisi silet mengarah ke mata dengan posisi sejajar setipis mungkin

4. Ambil irisan tersebut dengan jarum pentul kemudian direndam kedalam alkohol, bayclin dan safranin masing-masing selama 1 menit.
5. Teteskan putih telur pada gelas objek.
6. Ambil irisan yang telah dimurnikan tadi dan letakkan pada gelas objek kemudian tutup dengan gelas penutup.
7. Letakkan preparat tersebut ke dalam meja mikroskop dan siap diamati.
8. Ulangi langkah tersebut untuk mengamati daun yang sakit.
9. Gambarkan hasil pengamatan dan beriketerangan pada jaringan yang terlihat kemudian bandingkan dengan pengamatan daun yang sakit

